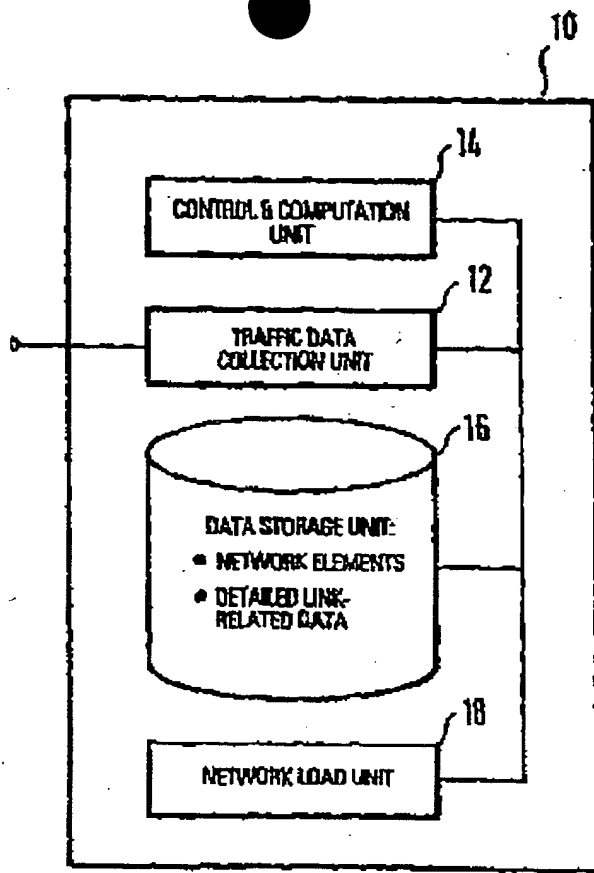


AN: PAT 1999-326  
TI: Traffic data evaluation apparatus for network using dynamic routing with traffic data collector to collect data with respect to real traffic flow in network, models network through virtual network  
PN: WO9922492-A1  
PD: 06.05.1999  
AB: NOVELTY - The apparatus has collector collecting traffic data (12) with respect to a real network traffic flow. A network modeler models network through virtual network with virtual links without capacity restrictions imposed on them. Network load evaluation device maps actual traffic flow onto virtual network assuming optimal routing and compares capacity used for each virtual link with its assigned capacity.; USE - For providing a traffic data evaluation apparatus for a network using dynamic routing. ADVANTAGE - Provides an improved and efficient approach to traffic data evaluation in a network using dynamic routing. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic diagram of the traffic data evaluation apparatus. the traffic data collection unit 12  
PA: (TELF ) TELEFONAKTIEBOLAGET ERICSSON L M;  
IN: NORDENSTAM Y; TJAEDER J;  
FA: WO9922492-A1 06.05.1999; DE19746904-B4 30.09.2004;  
DE19746904-A1 27.05.1999; AU9912314-A 17.05.1999;  
US6442615-B1 27.08.2002;  
CO: AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BE; BG; BR; BY; CA; CH; CN; CU;  
CY; CZ; DE; DK; EA; EE; ES; FI; FR; GB; GD; GE; GH; GM; GR; HR;  
HU; ID; IE; IL; IS; IT; JP; KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LK; LR; LS;  
LT; LU; LV; MC; MD; MG; MK; MN; MW; MX; NL; NO; NZ; OA; PL; PT;  
RO; RU; SD; SE; SG; SI; SK; SL; SZ; TJ; TM; TR; TT; UA; UG; US;  
UZ; VN; WO; YU; ZW;  
DN: AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BG; BR; BY; CA; CH; CN; CU; CZ;  
DE; DK; EE; ES; FI; GB; GD; GE; GH; GM; HR; HU; ID; IL; IS; JP;  
KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV; MD; MG; MK; MN;  
MW; MX; NO; NZ; PL; PT; RO; RU; SD; SE; SG; SI; SK; SL; TJ; TM;  
TR; TT; UA; UG; US; UZ; VN; YU; ZW;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; EA; ES; FI; FR; GB; GH; GM; GR; IE;  
IT; KE; LS; LU; MC; MW; NL; OA; PT; SD; SE; SZ; UG; ZW;  
IC: G06F-015/173; H04L-012/24; H04L-012/26; H04L-012/56;  
MC: W01-A03B; W01-A06A; W01-A06D; W01-A06E; W01-A06G2;  
DC: W01;  
FN: 1999326833.gif  
PR: DE1046904 23.10.1997;  
FP: 06.05.1999  
UP: 06.10.2004

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 46 904 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 12/26**  
H 04 L 12/56

⑳ Aktenzeichen: 197 46 904.3  
㉔ Anmeldetag: 23. 10. 97  
㉕ Offenlegungstag: 27. 5. 99

DE 197 46 904 A 1

㉑ Anmelder:  
Telefonaktiebolaget L M Ericsson, Stockholm, SE  
  
㉒ Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

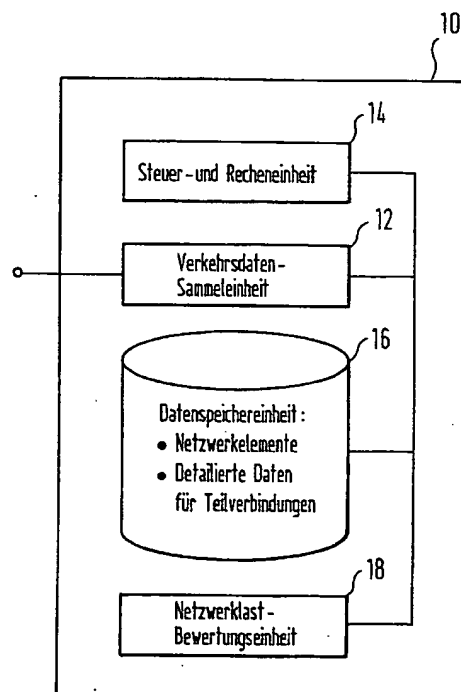
㉓ Erfinder:  
Nordenstam, Yngve, Tyresö, SE; Tjäder, Johan,  
Uppsala, SE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verkehrsdaten-Bewertungsgerät und zugeordnetes Verfahren für ein Netzwerk mit dynamischer Vermittlung

⑤⑦ Zum Erzielen einer verbesserten Vorgehensweise bei einer Verkehrsdatenbewertung in einem Netzwerk mit dynamischer Wegfindung wird ein Verkehrsdaten-Bewertungsgerät für ein Netzwerk mit dynamischem Verbindungsprotokoll mit einer Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) zum Sammeln von Daten im Hinblick auf einen tatsächlichen Verkehrsfluß in dem Netzwerk vorgeschlagen. Zudem enthält das Verkehrsdaten-Bewertungsgerät eine Netzwerk-Modellierungsvorrichtung (14, 16) zum Modellieren des Netzwerks durch ein virtuelles Netzwerk mit virtuellen Teilverbindungen ohne Kapazitätsbeschränkungen. Zudem ist eine Netzwerk-Bewertungsvorrichtung (18) vorgesehen, zum Abbilden des tatsächlichen Verkehrsflusses auf das virtuelle Netzwerk unter Annahme eines optimalen Verbindungsaufbaus sowie zum Vergleichen der für jede virtuelle Teilverbindung eingesetzten Kapazität mit der dieser zugeordneten Kapazität. Durch den Einsatz eines virtuellen Netzwerkes ist es unter anderem möglich, Schlüsse im Hinblick auf die Netzwerklast anhand von Echtzeitmessungen auch bei einem dynamischen Verbindungsprotokoll zu ziehen.



DE 197 46 904 A 1

## Beschreibung

## GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verkehrsdaten-Bewertungsgerät sowie ein zugeordnetes Verfahren, insbesondere ein Verkehrsdaten-Bewertungsgerät für ein Netzwerk mit dynamischer Verbindung.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Digitale Kommunikationsnetzwerke der Zukunft basieren in großem Umfang auf dem Einsatz von Netzwerken mit dynamischer Wegfindung bzw. Vermittlung, beispielsweise von Netzwerken unter Einsatz eines asynchronen Transfermodus mit ATM-Technologie. Telecom-Betreiber investieren heute massiv in derartige neue Technologien. Hierbei ist es von Bedeutung, daß Netzwerkbetreiber Werkzeuge haben, mit denen sich das wirksame Arbeiten ihrer eigenen Netzwerke gewährleisten läßt, und ferner Werkzeuge zum Abschätzen von neuen Investitionsmöglichkeiten in der Form von Erweiterungen des Netzwerks.

Fig. 9 zeigt das Prinzip des Multiplexens im Teilnehmerbetrieb, bei dem die gesamte Meldung in Pakete aufgeteilt ist. Somit kann dann, wenn oder mehrere Senderpakete an einen Router, abgegeben werden, der Router die Information beider Sender über dieselbe physikalische Schaltung übertragen, durch wiederholtes Senden eines Pakets von dem ersten und anschließend eines Pakets von dem anderen, usw. Bei normalen schaltungsvermittelten Netzen kann in einem Zeitpunkt lediglich einer der Sender Information übertragen. Nun werden anstelle hiervon die Leitungen lediglich auf einem höheren Abstraktionsniveau abgebildet, d. h. als virtuelle Schaltungen bzw. Leitungen. Der Pfad jeder Verbindungsleitung kann durch Einsatz einer dynamischen Wegfindung bestimmt werden.

Wie in Fig. 10 gezeigt, bestehen die Pakete allgemein aus einem Headerteil, der sämtliche Information enthält, die für das Netzwerk zum Übertragen des Pakets durch das Netz erforderlich ist, sowie einen Körper, der Anwenderdaten aufnimmt, und einen Code für einen zyklischen Redundanztest, CRC, der für die Bitübertragungs-Fehlerdetektion eingesetzt wird.

Bei paketvermittelten (packet switched) Netzen können die Pakete in einer ungeordneten Reihenfolge ankommen. Hier wird die Verbindung auf einem höheren Abstraktionsniveau mit leistungsfähigeren Pufferverfahren aufrechterhalten, so daß der Endteilnehmer eine Verbindung wahrnimmt, wo tatsächlich keine vorliegt.

Jedoch wird bei durchschaltvermittelten (circuit switched) Netzen, wie die im ATM-Netz, die Route durch das Netzwerk vorbestimmt, möglicherweise unter Einsatz einer dynamischen Wegfindung. Demnach ist gewährleistet, daß sämtliche Pakete in der korrekten Reihenfolge ankommen. Da zudem die Route in dem ATM Netzen vorbestimmt und den Knoten zugeordnet ist, müssen die Pakete nicht die Gesamtinformation aufnehmen, wie sie üblicherweise in Paketheaderteilen vorgefunden wird, da in den Knoten bereits Information darüber vorliegt, wie die Zellen einer bestimmten Verbindung zu vermitteln sind. Die Headergröße der Pakete läßt sich demnach reduzieren und somit auch diejenige der anrufbezogenen Zellen. Aus demselben Grund lassen sich die Wegfindungsalgorithmen erheblich vereinfachen, wodurch sich der Umfang der erforderlichen Rechenleistung zum Durchführen der Vermittlung reduziert. Aufgrund der hohen Übertragungszuverlässigkeit in ATM-Netzen weisen Zellen keinen CRC-Teil auf.

Die Fig. 11 zeigt ein drahtgebundenes ATM-Netzwerk als

typisches Beispiel für ein Netzwerk mit dynamischer Vermittlung. Hierbei sind die Hauptkomponenten die ATM-Adaptionsschicht AAL, statistische Konzentratoren, ATM-Vermittlungen, Übertragungsverbindungen und Steuercomputer. Die statistischen Konzentratoren und ATM-Vermittlungen enthalten Glättungspuffer zum zeitweisen Speichern ankommender Datenpakete, die nicht unmittelbar abgegeben werden können, da im Fall eines Konzentrators durch aktive Anwender erzeugte Datenpakete parallel ankommen, jedoch am Ausgang sequentiell abgegeben werden oder im Fall einer Vermittlung mehrere Datenpakete parallel für denselben Ausgang ankommen können, jedoch an den Ausgang sequentiell abgegeben werden. Somit steigt und fällt im Verlauf der Zeit die Zahl der in jedem Glättungspuffer gespeicherten und durch diesen übertragenen Datenpakete in Übereinstimmung mit dem Generierungsverhalten für Datenpakete bei den Endteilnehmern.

Ferner begrenzen Steuereinrichtungen die Verkehrsdichte für zahlreiche Verbindungen, so daß QoS-Garantien, (QoS, vgl. quality of service) gewährleistet sind. Aus diesem Grund muß ein bestimmter Anwender vor der Inanspruchnahme eines Dienstes eine Verbindung mit dem beabsichtigten Empfänger anfordern, und anschließend versucht der Zugangscontroller eine Route durch das Netzwerk zu finden. Läßt sich eine derartige Route finden, so werden virtuelle Verbindungsnummern zugeordnet und die Verbindungstabellen in den betroffenen Vermittlungen werden mit Anweisungen zum Verbinden jeder ATM-Datenzelle ergänzt, das die richtige virtuelle Verbindungsnummer in seinem Zellheaderteil trägt. Anschließend kann der Anwender in freier Weise über diese neu eingerichtete, virtuelle Verbindung kommunizieren.

Zudem dient, wie in Fig. 11 gezeigt, die AAL-Einheit zum Umsetzen einer Anwenderdatenpaketmeldung in eine Folge von ATM-Datenzellen sowie zum erneuten Zusammenfügen von ATM-Datenzellen in vollständige Meldungen. Hierbei kann eine Meldung aus einem einzelnen Datenpaket, beispielsweise einem Datenwert oder einem Bildwert, bestehen, oder aus einem fortlaufenden Bitstrom, beispielsweise Sprache oder Video.

Insbesondere ist zu erwähnen, daß einige Netzwerke mit dynamischer Verbindung, wie das ATM-Kommunikationssystem Netzwerke mit virtuell ausgebildeten Verbindungen sind, in denen Resource nicht auf einer ausschließlichen Basis zugeordnet sind, sondern in statistischer Weise zwischen mehreren Verbindungen aufgeteilt sind.

Insgesamt basieren diese Netzwerke auf virtuellen Pfaden zum Trennen der Gesamtheit virtueller Verbindungen in unabhängig voneinander handhabbaren Gruppen. Dieses Konzept ermöglicht die Erzeugung einer praktikablen Verbindungsstrategie, da ein umfangreicher Arbeitsumfang in unabhängige Teile mit viel kleineren Aufwänden aufgeteilt wird.

Weiterhin wird in Netzwerken mit dynamischer Wegfindung ein Ressourcenzuordnung, beispielsweise von Übertragungskapazität, vorab bestimmt. Hierbei wird der jeder Verbindung zugeordnete Umfang von Ressourcen vorab vor der Herstellung der Verbindung selbst abgewogen. Das Ergebnis dieser Abwägung bestimmt anschließend die Übertragungskapazität der Verbindung, d. h. die Bitrate der Bandbreite und somit die Qualität des Dienstes.

Demnach wird während der Bereitstellung einer Verbindung ein gewisser Umfang von Übertragungskapazität und Bandbreite bereitgestellt. Zudem läßt sich bei Einsatz von Diensten mit variabler Bitrate der Wirkungsgrad durch statistisches Multiplexen erhöhen, bei dem nicht der volle Umfang der Kapazität zugeordnet wird, die zum Handhaben jeder Eventualität erforderlich ist, sondern anstelle hiervon

davon ausgegangen wird, daß die Bandbreite von anderen Verbindungen "ergänzt" werden kann.

Somit sind bei der Betrachtung der Ressourcenzuordnung in einem Netzwerk mit dynamischer Verbindung unterschiedliche Faktoren zu berücksichtigen, beispielsweise die Qualität der Dienste, die Steuerung der Anwendungsparameter, die Steuerung des Verbindungsaufbaus und das statistische Multiplexen. Der Parameter für die Qualität der Dienste dient zum Handhaben der Qualität einer Verbindung. Hier kann eine Verbindung in dem Netzwerk so hergestellt werden, daß Zellen innerhalb einer bestimmten Zeit übertragen werden, d. h. mit einer Begrenzung der Zellverzögerung, oder derart, daß die Übertragung nicht zu stark variiert, d. h. mit einer Begrenzung der Zellverzögerungsvariation, und daß Zellen in dem Netzwerk nicht verlorengehen, d. h. mit einer Begrenzung des Zellverlusts. Ferner bestehen zudem in einem Netzwerk mit dynamischer Vermittlung allgemein keine Begrenzungen im Hinblick auf die Zellen, die ein Anwender erzeugen kann. Nichtsdestotrotz läßt sich dieser Umfang erzeugter Zellen durch die Spezifikation des Anwendungsparameters begrenzen.

Zudem betrifft die Verbindungsaufbaustörung eine Funktion, die in der ersten Phase des Verbindungsaufbaus bestimmt, ob ausreichende Ressourcen zum Herstellen einer neuen Verbindung in dem Netzwerk existieren oder nicht. Mit der Verbindungsaufbausteuerung wird berücksichtigt, ob sich die Verbindung mit der angeforderten Bandbreite und der erforderlichen Qualität für den Dienst herstellen läßt, unter gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Qualität des Dienstes für bereits eingerichtete Verbindungen.

Wie bereits oben beschrieben, betrifft statistisches Multiplexen beim Verschieben von Bandbreiten zwischen unterschiedlichen Verbindungen in den Netzwerk mit dynamischer Verbindung derart, daß eine Zuordnung von Bandbreite gemäß den Spitzenwerten der einzelnen Verbindungen vermeidbar ist.

Unter Berücksichtigung der obigen Prinzipien wird in einem Netzwerk mit dynamischer Verbindung schließlich eine Route in dem Netzwerk bestimmt, über die die Datenpakete transportiert werden können, und zwar vor der Herstellung der tatsächlichen Verbindung. Da somit Routen lediglich bei Bedarf hergestellt werden, ist keine vorab Zeit erfordernde Routenfindung in den Netzwerkknotten erforderlich, und Datenpakete können auf einfache Weise vermittelt werden.

Wie in Fig. 12 gezeigt, können in einem Netzwerk mit dynamischer Wegfindung viele alternative Routen zwischen zwei Knoten bestehen. Bei den in Fig. 12 gezeigten Beispielen sind mögliche Routen zwischen dem Knoten 1 und dem Knoten 5 die Route A, die über die Knoten 1, 2, 3, 5 verläuft, die Route B, die über die Knoten 1, 2, 7, 3, 5 verläuft, die Route C, die über die Knoten 1, 2, 3, 4, 5 verläuft, und die Route D, die über die Knoten 1, 2, 7, 3, 4, 5 verläuft.

Wie sich anhand dieses Beispiels zeigt, besteht das Problem für den Betreiber eines Netzwerkes mit dynamischer Wegfindung in der Bestimmung der besten Route. Jedoch wird unabhängig davon, wie diese Route eingerichtet wird, diese schließlich gemäß den oben beschriebenen Kriterien hergestellt. Während bei einfachen statischen Verbindungsprotokollen immer derselbe Weg bei jedem Versuch zum Herstellen einer bestimmten Verbindung gewählt wird, berücksichtigen dynamische Verbindungsprotokolle ein Bild des tatsächlichen Verkehrs, das durch Kommunikation zwischen den einzelnen Netzwerkelementen gewonnen wird. Ein derartiges Protokoll, das durch die ATM-Technologie unterstützt wird, ist das PNNI Privat-Netzwerk-Netzwerk-Schnittstelle (Private Network to Network Interface). Dieses Protokoll handhabt die Erfassung von Nachbarn und Verbindungen, die Synchronisierung von Topologieinformation,

die Ausbreitung von Topologieinformation, Auswahl eines Gesamtgruppen-Führungselements, Zusammenfassung von Topologiezustandsinformation und Aufbau einer Verbindungshierarchie.

In einem Netzwerk mit vielen Knoten wäre dann, wenn jeder Knoten in dem Netzwerk Information über jeden anderen Knoten in dem Netzwerk speichern würde, der hierfür erforderliche Arbeitsaufwand übermäßig. Demnach wird gemäß dem PNNI-Verbindungsprotokoll diese Information in hierarchischer Weise gehandhabt. Mehrere Knoten werden in einer Gruppe zusammengefaßt, und in einem Auswahlprozeß erfolgt die Bestimmung einer Gruppenführungseinheit, die mit den anderen Gruppenführungseinheiten zusammenwirkt. Falls erforderlich, erfolgt eine Zusammenfassung dieser Gruppenführungseinheiten zum Bilden neuer höherrangiger Gruppen, die wiederum jeweils eine Führungsgruppeneinheit aufweisen, wie oben erläutert.

Ferner wird zwischen den Knoten einer Gruppe Topologieinformation so ausgetauscht, daß jeder Knoten in der Gruppe über den Zustand jedes anderen Elements der Gruppe informiert ist. Weiterhin übermittelt die Gruppenführungseinheit diese Information an höhere Hierarchieebenen, in denen diese Information in den Netzwerkelementen gesammelt wird. Somit ermöglichen die dynamischen Verbindungsprotokolle die Verteilung von Lastinformation an die Netzwerkelemente, die über den Status anderer Elemente informiert werden. Anhand dieser Information werden die besten Routen anschließend berechnet und gespeichert, beispielsweise in einer eigens vorgesehenen Übergangsliste DTL (designated transit list).

Ferner ermöglicht das dynamische Verbindungsprotokoll, das Information über den Laststatus in dem Netzwerk bereitstellt, die Auswahl derjenigen Route, die unter der Sichtweise des Netzbetreibers optimal erscheint, nicht nur im Hinblick auf die tatsächliche Verkehrslast, sondern auch gemäß den Präferenzen des Betreibers.

Die Fig. 13 und 14 zeigen weitere Details für die Messung des Verkehrs. Insbesondere betrifft die Fig. 13 eine kurzzeitige Verkehrsschwankung und die Fig. 14 betrifft die Verkehrsschwankung während eines Tags.

Wie in Fig. 13 gezeigt, variiert die Zahl der Verbindungen typischerweise zufällig abhängig davon, wie einzelne Verbindungen hergestellt und freigegeben werden. Wird diese zufällige Schwankung durch einen Durchschnittswert geglättet, so wird eine Variation der vorliegenden Anrufe festgestellt, wie sie beispielsweise dem in Fig. 14 gezeigten Beispiel entspricht. Üblicherweise liegen wenige Anrufe während der Nacht vor, und die Zahl der Anrufe steigt an, wenn Teilnehmer mit der Arbeit beginnen, und sie erreicht ein Maximum in der Mitte des Vormittags. Ferner fällt sie anfänglich mittags ab, wenn Teilnehmer das Mittagessen einnehmen, und sie steigt dann wiederum im Verlauf des Nachmittags. Schließlich nimmt sie ab, wenn Teilnehmer von der Arbeit nach Hause gehen, und ein weiterer Spitzenwert tritt im Verlauf des Abends auf, wenn Teilnehmer privat Anrufe tätigen. Wie in Fig. 14 gezeigt, wird eine Stunde, die der Spitzenverbindungslast entspricht, als Hauptstunde bezeichnet, und sie liegt hier zwischen 10.00 und 11.00 Uhr vormittags.

Während es in einem Netzwerk mit statischer Verbindung möglich ist, eine unmittelbare Messung des Verkehrsflusses in dem Netzwerk durchzuführen und somit Schlußfolgerungen im Hinblick auf erforderliche Erweiterungen/Veränderungen in dem Netzwerk zu ziehen, ist es im Gegensatz hierzu bei einem verbindungsorientierten dynamischen Verbindungsprotokoll wie dem PNNI-Protokoll schwierig, Schlüsse anhand von Messungen des tatsächlichen Verkehrsflusses in dem Netzwerk zu ziehen, da es in der Natur

eines Netzwerks mit dynamischer Wegfindung liegt, verborgene Engpässe und potentielle Hochlastsituationen in dem Netzwerk durch dynamisches Verändern der Verbindungssituation auszugleichen.

Somit muß bei einem Netzwerk mit dynamischer Wegfindung berücksichtigt werden, daß das Verbindungsprotokoll so betrieben wird, daß es die Auswahl von Routen bei neuen Verbindungen so bestimmt, daß hochbelastete Verbindungen vermieden werden. Zudem liegen unabhängig davon, daß das oben erwähnte PNNI-Protokoll nahezu sicher in kommerziellen Netzwerken mit dynamischen Wegfindungen eingesetzt werden wird, kaum Studien im Hinblick auf die Frage vor, wie sich dieses Protokoll bei Situationen mit Spitzenverkehr verhält.

Ein weiteres auftretendes Problem besteht darin, daß unter bestimmten Umständen ein Netzwerk mit dynamischer Wegfindung dahingehend oszillieren kann, daß Spitzenlasten zwischen unterschiedlichen Teilen des Netzwerkes hin- und herschwingen. Eine derartige Situation führt zu Überlastsignalen an verkehrten Stellen des Netzwerkes.

Zusätzlich ergibt sich die Frage, ob momentan vorliegende dynamische Verbindungsprotokolle zu der wirksamsten Implementierung von Netzwerken führen, daß sie nur in der Lage sind, die Lastsituation zum Zeitpunkt der Einrichtung der Verbindung zu berücksichtigen und lediglich die Lastsituation zu diesem Zeitpunkt berücksichtigen.

Aufgrund der oben genannten Nachteile stellt die Netzdimensionierung ein sehr schwieriges Problem dar. Der Grund hierfür besteht darin, daß Anwendererfordernisse mit der Zeit variieren und neue Dienste aktuell werden, neue Teilnehmer hinzugefügt werden, alte Teilnehmer wegfallen bzw. eine neue Übertragungstechnologie mit einer bestehenden Infrastruktur gemischt wird.

Lediglich dann, wenn die Betreiber eines Netzwerkes mit dynamischer Wegfindung zuverlässige Daten über die Netzwerklast vorliegen und er somit auf eine zuverlässige Projektion hiervon in die Zukunft zurückgreifen kann, wird er ein Netzwerk in der richtigen Größe aufbauen, und zwar unter Berücksichtigung einer gewissen Vorschau auf zukünftige Anforderungen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Im Hinblick auf die obigen Ausführungen besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Schaffung einer verbesserten Vorgehensweise für eine Verkehrsdatenbewertung in einem Netzwerk mit dynamischer Wegfindung.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verkehrsdaten-Bewertungsgerät für ein Netzwerk mit dynamischem Verbindungsprotokoll, enthaltend eine Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung zum Sammeln von Daten im Hinblick auf einen tatsächlichen Verkehrsfluß in dem Netzwerk, eine Netzwerkmodellierungsvorrichtung zum Modellieren des Netzwerkes durch ein virtuelles Netzwerk mit virtuellen Teilverbindungen ohne Kapazitätsbeschränkungen, und eine Netzwerklast-Bewertungsvorrichtung zum Abbilden des tatsächlichen Verkehrsflusses auf das virtuelle Netzwerk unter Annahme eines optimalen Verbindungsaufbaus, und Vergleichen der für jede virtuelle Teilverbindung eingesetzten Kapazität mit der dieser zugeordneten Kapazität.

Ferner wird gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Netzwerk mit einem virtuellen Netzwerk modelliert wird, ohne Kapazitätsbeschränkungen bei dessen virtuellen Teilverbindungen, anschließend der tatsächliche Verkehr auf das virtuelle Netzwerk unter Annahme einer optimalen Wegfindung überlagert wird, und die beanspruchte Kapazität mit einer

zugeordneten Kapazität bei jeder virtuellen Teilverbindung verglichen wird.

Somit wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, ein virtuelles Modell des Netzwerkes einzusetzen, bei dem jede virtuelle Teilverbindung einer oder mehrerer tatsächlichen Teilverbindungen zwischen einem Knotenpaar entsprechen kann und eine unbegrenzte Menge eines virtuellen Verkehrs aufnehmen kann, und dies ermöglicht eine Verkehrsflußbewertung, die nicht durch die Tatsache beeinflusst ist, daß sich aufgrund einer dynamischen Wegfindung die Bedingungen in dem Netzwerk fortlaufend verändern. Durch den Einsatz eines virtuellen Netzwerkes ist es möglich, Schlüsse im Hinblick auf die Netzwerklast anhand von Echtzeitmessungen zu ziehen.

Ferner kann die erfindungsgemäße Vorgehensweise bei jeder Wegfindungsbedingung und bei jedem verbindungsorientierten Netzwerk eingesetzt werden, in dem sich Verbindungen in nicht vorhersehbarer Weise aufgrund des dynamischen Protokolls verändern oder durch aufwendige Netzwerkmanagementfunktionen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß obgleich eine bestimmte Kapazität den virtuellen Teilverbindungen zugewiesen ist, für diese keine Kapazitätsbeschränkung vorgesehen ist, so daß die Verkehrsflußbewertung anhand optimaler Wegfindungskriterien durchgeführt wird und das sich ergebende Bild der Netzwerklast ein echtes Bild der Netzwerklast widerspiegelt, bei dem eine Last deutlich höher als 100%. Somit ist es möglich, Teilverbindungen zu identifizieren, die zwar eine hohe Last aufweisen, bei denen jedoch ein dynamisches Verbindungsprotokoll tatsächlich diese hohe Last kompensiert hat. Dies gibt dem Betreiber des Netzwerkes die Möglichkeit, den Engpaß durch Erweiterung des Netzwerkes zu eliminieren, bevor die Dienste für den Kunden beeinflusst werden. Weiterhin ermöglicht die Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der Erfindung die Überwachung des Verkehrsflusses in relativ einfacher Weise, und zudem die Vereinfachung der Bewertung des Wirkungsgrads des Netzwerkes, die Steuerung der Verfügbarkeit und die Steuerung der Qualität.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung basiert die Verkehrsdatenbewertung auf einem Nachverarbeitungsschritt für Daten, die im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehrsfluß dem Netzwerk unter Einsatz eines dynamischen Protokolls gesammelt werden. Hier besteht der Vorteil darin, daß gemäß der vorliegenden Erfindung die Bearbeitung auf tatsächlichen Verkehrssituationen basiert, die reflektieren, was tatsächlich in dem Netzwerk stattgefunden hat. Dies ermöglicht den Vergleich der tatsächlich vorliegenden Ereignisse mit einer theoretischen Analyse. Die Anrufzugangssteuerung betrachtet lediglich die angeforderte Bandbreitenzuordnung, jedoch nicht die tatsächlich benutzte Bandbreite, da dies vorab nicht möglich ist. Demnach berücksichtigt diese Erfindung auch die allokierte Bandbreite bei Nachbearbeitung von Anruferdetaildatensatz-Daten. In diesem besonderen Fall besteht ein Vorteil der Erfindung darin, daß man einfach potentielle Engpässe aufgrund einer sehr hohen und während längerer Zeit bestehenden Last identifizieren kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehr in einem Netzwerk über eine Simulation des Netzwerkes gewonnen. Dies ermöglicht das flexible Bewerten eines geplanten Netzwerkes mit einer beliebigen Zahl von Knoten und Teilverbindungen. Weiterhin läßt sich eine Lastkapazität frei bei jeder Teilverbindung zuordnen.

Durch Messen der tatsächlich eingesetzten allokierten Bandbreite ist es möglich zu bestimmen, wie wirksam das statistische Multiplexen durchgeführt wird. Solche Messun-



gen führen zu noch besseren Ergebnissen, wenn das regelmäßige Messen von Parametern im Zusammenhang mit der Qualität der Dienste Standard ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Ergebnis der Verkehrsflußbewertung herangezogen, um Schlüsse im Hinblick auf erforderliche Erweiterungen und Veränderungen in dem Netzwerk zu ziehen. Somit ist es möglich, weitere Erweiterungen eines bestehenden Netzwerks für die Zukunft zu planen, beispielsweise eines dienstintegrierten digitalen Breitbandnetzwerkes, bei dem die Basistechnologie wiederum der oben erwähnte asynchrone Transfermodus ATM ist. Gemäß der Erfindung wird eine verbesserte Basis für eine Entscheidung im Hinblick auf das Einfügen neuer Hardware in ein Netzwerk mit dynamischem Verbindungsprotokoll geschaffen, so daß der Netzbetreiber das Netzwerk so wirksam wie möglich mit geringeren Kosten und besserer Leistung implementieren kann. Weiterhin können Veränderungen im Hinblick auf zusätzliche Bandbreite oder weitere Teilverbindungen in dem Netzwerk vorgeschlagen werden, und demnach läßt sich die resultierende Lastsituation in dem Netzwerk immer noch aufgrund derselben tatsächlichen Verkehrsdaten als Eingangsgröße und immer noch unter Annahme derselben Wegfindungskriterien schätzen. Demnach ermöglicht die Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung die Identifizierung von Anforderungen für den Aufbau neuer Kapazität gemäß künftiger Erfordernisse.

Zudem kann gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung das Ergebnis der erfindungsgemäßen Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise für einen Betreiber visualisiert werden, durch Anzeige des virtuellen Netzwerks mit Prozentzahlen bei jeder Teilverbindung und für jede Richtung gemäß der Last im Vergleich zu der Kapazität des tatsächlichen Netzwerks. Zudem kann diese Anzeige zusammen mit den entsprechenden Echtzeitmeßergebnissen für den entsprechenden Augenblick angezeigt werden. Weiterhin ist es gemäß der Erfindung möglich, die Messung fortlaufend durchzuführen und die Schwankungen der Last zu überwachen. Weiterhin kann eine Messung im Hinblick auf individuelle Verkehrsklassen/Typen zum Überwachen von deren Teillasten hervorgehen.

Weiterhin ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch die Nachbearbeitung tatsächlicher Verkehrsflußdaten möglich, derart, daß ein nicht erfolgreicher Verbindungsaufbau ebenfalls berücksichtigt werden kann.

Schließlich besteht gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine weitere Möglichkeit darin, daß der gesamte tatsächliche Verkehr überwacht wird, der über eine bestimmte Teilverbindung läuft, die beispielsweise aufgrund ihrer hohen Last für die Überwachung ausgewählt wird, und zudem die gesamte Last in dem Netzwerk anzuzeigen, die anhand dieses ausgewählten Verkehrs erzeugt wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Diagramm eines Verkehrsdaten-Bewertungsgeräts gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm eines Verkehrsdaten-Bewertungsgeräts gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die mit einer Client-Server-Struktur realisiert ist;

Fig. 3 ein schematisches Diagramm jeweils der in Fig. 1 und 2 gezeigten Netzwerklast-Bewertungseinheit;

Fig. 4 ein schematisches Diagramm eines Netzwerklastsimulators gemäß der vorliegenden Erfindung zum Erzeugen von tatsächlichen Verkehrsdaten;

Fig. 5 ein Ergebnis der Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung im Hinblick auf jede Teilverbindung in einem virtuellen Netzwerk für jede Richtung;

Fig. 6 ein Ergebnis der Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung im Hinblick auf jede virtuelle Teilverbindung in dem virtuellen Netzwerk für jede Richtung, derart, daß auch der Einfluß nicht erledigter Verbindungsanforderungen betrachtet wird;

Fig. 7A bis 7E mögliche Erweiterungen eines Netzwerks mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll gemäß den unterschiedlichen Netzwerktopologien;

Fig. 8 die Anwendung der Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise für ein hierarchisch aufgebautes Netzwerk;

Fig. 9 Prinzipien für Netzwerke mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll mit einer Paketvermittlung;

Fig. 10 ein typisches Paketformat;

Fig. 11 Elemente eines ATM-Netzwerks als typisches Beispiel für ein Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll;

Fig. 12 ein typisches Beispiel für Mehrfachrouten durch ein Netzwerk mit dynamischem Verbindungsaufbau;

Fig. 13 eine kurzzeitige Verkehrsschwankung bei einer Verbindung; und

Fig. 14 eine längerfristige Verkehrsschwankung bei einer Verbindung.

#### BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Fig. 1 zeigt ein schematisches Diagramm eines Verkehrsdaten-Bewertungsgeräts 10 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Verkehrsdaten-Bewertungsgerät enthält eine Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12, die Daten im Hinblick auf einen tatsächlichen Verkehrsfluß in dem Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll sammelt. Ferner enthält das Verkehrsdaten-Bewertungsgerät 10 eine Steuer- und Recheneinheit 14, die sowohl mit der Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 und einer Datenspeichereinheit 16 verbunden ist, in der Information über Netzwerkelemente und detaillierte verbindungsbezogene Daten gespeichert sind. Die Steuer- und Recheneinheit 14 ist auch mit einer Netzwerklasteinheit 18 verbunden, in der Berechnungsergebnisse entsprechend der geschätzten Netzwerklast einerseits unter Einsatz einer Anzeigevorrichtung visualisiert werden, und in der andererseits die Struktur des virtuellen Netzes zum Modellieren des Netzes mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll modifiziert werden kann.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Verkehrsdaten-Bewertungsgerät ermöglicht die Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 das Sammeln mehrerer Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehr in dem Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll. Der Grund hierfür besteht darin, daß in getrennten Netzwerkelementen mehrere Zähler vorgesehen sind, die über standardisierte Schnittstellen zugänglich sind, beispielsweise dem SNMP-Protokoll (simple network management protocol) bei dem ATM-Netzwerk. Hier kann ein automatisches Tool zum regelmäßigen Holen einzelner Werte dann aufgebaut werden, wenn die Funktionalität des Netzwerkelements und das SNMP-Protokoll vorliegen.

Eine besondere Option zum Sammeln von Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehr in dem Netzwerk mit ei-

dem dynamischen Verbindungsprotokoll besteht in der Messung von Parametern im Hinblick auf die Dienstqualität bzw. QoS-Parameter, die über die Last beeinflusst werden und demnach regelmäßig zu messen sind. Ein derartiger Parameter ist die Zellübertragungsverzögerung CTD (cell transfer delay). Jedoch besteht das Problem mit der Messung dieses Parameters möglicherweise darin, daß zwei Taktsignale erforderlich sind, d. h. eines bei dem Ausgangspunkt und eines bei dem Bestimmungspunkt, und daß beide exakt zueinander synchronisiert sein müssen. Hier muß die Synchronisierung auf der Ebene von Nanosekunden durchgeführt werden, damit die Daten synchronisiert sind. Damit jedoch zwei Taktsignale auf dieser Ebene synchronisiert sind, müssen komplizierte Messungen durchgeführt werden, was heutzutage nur mit aufwendigen Testausrüstungen möglich ist.

Eine weitere Lösung besteht darin, daß die Zellen zu dem Ausgangspunkt zurückkehren und anschließend die Zellübertragungsverzögerung durch zwei geteilt wird. Hierdurch ist es möglich, die Zellübertragungsverzögerung mit lediglich einem einzigen Taktsignal zu messen. Jedoch besteht das Problem mit dieser vereinfachten Messung darin, daß die Zellübertragungsverzögerung CTD zwischen A und B nicht notwendigerweise gleich derjenigen zwischen B und A ist, da sie von der tatsächlichen Verkehrslast abhängt, die sich von einer Richtung zu der nächsten verändert.

Eine weitere Option im Hinblick auf QoS-Parameter besteht in der Messung der Zellverzögerungsvariation und des Zellverlustes, die etwas leichter zu messen sind. Jedoch sind die Zellverzögerungsschwankung CDV (cell delay variation) und der Zellverlust CL (cell loss) nicht so aussagekräftig wie die Zellübertragungsverzögerung CTD, wenn die Bewertung der Netzlast durchzuführen ist, und demnach sind sie für die Verkehrslastmessung nicht so attraktiv wie die Zellübertragungsverzögerung CTD.

Ferner besteht eine bevorzugte Vorgehensweise zum Implementieren der in Fig. 1 gezeigten Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 in der Verwendung eines Datensatzes mit Anrufrdetailinformation CDR (call detail record), der für jeden abgeschlossenen Versuch zum Aufbauen einer Verbindung gespeichert wird. Der Datensatz für Anrufrdetailinformation CDR erfaßt Information über den Ausgangs- und Bestimmungsknoten, die Zeit und andere Aspekte, beispielsweise die für eine Verbindung verwendete und allokierte Bandbreite. Da Datensätze für Anrufrdetailinformation CDR hauptsächlich für die Rechnungsstellung eingesetzt werden, sammelt das Netzwerkverwaltungssystem diese Datensätze mit Anrufrdetailinformation CDR in zuverlässiger und stabiler Weise. Hierbei werden beispielsweise Datensätze für Anrufrdetailinformation CDR in Netzwerkelemente gespeichert und anschließend über ein Übertragungsprotokoll, wie das FTP-Protokoll (file transfer protocol), an Abrechnungszentren mit großen Datenbanken übertragen. Somit können diese Datenbanken exakte Information über die tatsächliche Verkehrslast in dem Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll bereitstellen. Diese exakte Information kann an die Datenspeichereinheit 16 in dem Verkehrsdaten-Bewertungsgerät 10 so übertragen werden, daß es leicht für die weiteren Netzwerklast-Bewertungsprozessschritte zugänglich ist.

Unter Einsatz der über die Datenspeichereinheit 16 verfügbaren Information kann die Steuer- und Recheneinheit 14 anschließend die Zuordnung virtueller Bandbreiten in dem virtuellen Netzwerk durchführen, das als Modell des Wählnetzwerkes mit dynamischem Verbindungsprotokoll eingesetzt wird. Hierbei basiert die durch die Steuer- und Recheneinheit 14 im Hinblick auf weitere Ergänzungen des Netzwerkes durchgeführte Analyse nicht nur auf einer Mes-

sung der tatsächlichen Verkehrslast, sondern es besteht auch ein Bedürfnis für ein Verfahren, das den Einfluß des dynamischen Verbindungsprotokolls mit berücksichtigt. Während üblicherweise Simulationen für ein solches Netzwerk zum Analysieren des tatsächlichen Verkehrsflusses in dem Netzwerk eingesetzt werden, resultiert aus einer solchen Vorgehensweise kein eindeutiger Hinweis daraufhin, an welcher Stelle am besten die Bandbreite zu erhöhen ist. Während der Netzwerkbetreiber intelligente Vorschläge ausprobieren und anschließend durch zusätzliche Simulationsläufe verifizieren kann, besteht bei ihm tatsächlich ein Bedürfnis für ein System, das auf potentielle Engpässe hinweist.

Aus diesem Grund führt die in Fig. 1 gezeigte Steuer- und Recheneinheit 14 gemäß der Erfindung einen Nachverarbeitungsschritt für Datensätze mit Anrufrdetailinformation CDR durch, die in der Datenspeichereinheit 16 gespeichert sind. Während Fig. 1 lediglich eine einzige Datenspeichereinheit 16 zeigt, ist hier zu erwähnen, daß auch mehrere derartige Datenspeichereinheiten vorgesehen werden können, um den in der Datenspeichereinheit 16 gespeicherten großen Datenumfang handzuhaben.

Somit wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Vorteil dahingehend erzielt, daß die Verkehrsdatenbewertung anhand tatsächlicher Verkehrssituationen durchgeführt wird. Die Datenspeichereinheit 16 reflektiert, was tatsächlich stattgefunden hat, und somit ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, die tatsächlich aufgetretenen Ereignisse zu vergleichen, wie sie durch die Messung tatsächlicher Verkehrslastdaten erfaßt werden, und zwar mit einer Analyse auf der Grundlage von Datensätzen mit Anrufrdetailinformation.

Wie bereits oben erwähnt, ist es wichtig festzustellen, daß die Analyse lediglich die für Verbindungen allokierte Bandbreite berücksichtigt und nicht die benutzte Bandbreite. Der Grund hierfür besteht darin, daß die allokierte Bandbreite das Verbindungsaufbau-Steuerprogramm beeinflusst, das bestimmt, ob eine neue Verbindung bzw. Teilverbindung in dem Netzwerk eingerichtet wird oder nicht.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung Netzwerke mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll, beispielsweise das ATM-Netzwerk. Derartige Verbindungsprotokolle bestimmen die Routen in dem Netzwerk so, daß die momentan beste Wahl bei Vorgabe des Zustands des Netzwerks in diesem Zeitpunkt bestimmt wird, jedoch ist hierdurch nicht gewährleistet, daß es sich hierbei um die beste Route unter allgemeinen Bedingungen handelt. Die beste Route ist allgemein nicht eindeutig bestimmt, und für ein optimales dynamisches Verbindungsprotokoll wäre die beste Route die Route in Übereinstimmung mit einem vollständig unbelasteten Netzwerk.

Demnach wird in der in Fig. 1 gezeigten Steuer- und Recheneinheit 14 eine Berechnung im Hinblick auf ein virtuelles Netzwerk durchgeführt, das zum Modellieren des tatsächlichen Netzwerkes derart dient, daß sämtliche Verbindungen entlang der bestmöglichen Route gelegt werden, ohne Berücksichtigung der Lastsituation zum Zeitpunkt der Einrichtung. Ein typisches Ergebnis dieser Vorgehensweise ist in Fig. 5 gezeigt. Wenn die meisten Verbindungen in dem virtuellen Netzwerk die verfügbare Kapazität nicht überschreiten, läßt sich ein Überlastphänomen zwischen dem Knoten 3 und 5 gemäß 120% und zwischen dem Knoten 7 und 3 entsprechend 159% beobachten.

Der bestimmte Algorithmus, der von der Steuer- und Recheneinheit 14 durchgeführt wird, nützt die Datenspeichereinheit 16 sowie die detailbezogenen Daten entsprechend den extrahierten Datensätzen mit Anrufrdetailinformation CDR für in dem tatsächlichen Netzwerk aufgebaute Verbin-

dungen. Anhand des Datensatzes für Anrufdetailinformation CDR extrahiert die Steuer- und Recheneinheit 14 Information über den Ausgangsknoten, den Bestimmungsknoten und die Bandbreite. Die beste Route wird berechnet, und anschließend wird die Verbindungsbandbreitenanforderung bei den durchlaufenen Teilverbindungen hinzugefügt. Das Ergebnis ist eine Tabelle mit akkumulierten Bandbreitenanforderungen, die anschließend in der Form einer Karte dargestellt werden kann, wie im folgenden gezeigt.

Diese Vorgehensweise kann benützt werden, um mögliche Engpässe in dem Netzwerk aufzudecken, durch Identifizierung von Teilverbindungen mit sehr hoher Last, die während einer längeren Zeitperiode besteht. Weiterhin ist zu erwähnen, daß permanente und halbpersistente Verbindungen manchmal große Teile der Gesamtkapazität allokalieren, und daß diese Verbindungen auch Datensätze mit Anrufdetailinformationen CDR haben. Jedoch bestehen diese Verbindungen während einer sehr langen Zeitdauer, so daß es unerheblich ist, diese in der oben dargelegten Form zu berücksichtigen. Demnach wird gemäß der vorliegenden Erfindung die beste Route so berechnet, daß von der Gruppe der permanenten und halbpersistenten Verbindungen in dem Zeitpunkt als Randbedingungen bzw. Voraussetzungen ausgegangen wird.

Die Schwierigkeit im Zusammenhang mit dieser Analyse besteht darin, daß mehr als zwei oder mehrere äquivalente beste Routen bestehen können. Hierbei wird gemäß der Erfindung die gesamte Last lediglich einer dieser besten Routen zugeordnet, die anschließend eine zu hohe virtuelle Last aufnimmt. Um dies auszugleichen, werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung mehrere Alternativen betrachtet, die durch die Steuer- und Recheneinheit 14 ausgeführt werden können:

1. Gleichmäßiges Verteilen der Verbindungen auf die Alternativen: Diese einfache und intuitive Vorgehensweise ist jedoch nicht so trivial, wie es erscheint. Erstens besteht keine offensichtliche Vorgehensweise zum Aufteilen der Verbindungen zwischen den Alternativen, und zweitens ist es nicht offensichtlich, daß eine gleichmäßige Verteilung zu einem optimalen Analyseergebnis führt.
2. Statistisches Verteilen der Verbindungen: Dies ist eine andere einfache und intuitive Alternative.
3. Schließlich wird im Rahmen der Erfindung die optimale Route dadurch bestimmt, daß im Rahmen einer Suche unterschiedliche Verteilungslösungen ausprobiert werden.

Während gemäß den obigen Ausführungsformen davon ausgegangen wird, daß sämtliche Verbindungen entlang der bestmöglichen Route festgelegt sind, besteht eine weitere Option für die Handhabung von Mehrfachrouten darin, sich auf den Ursprungsknoten, den Bestimmungsknoten, die Verbindungsleitung und die für eine Verbindung allokierte Bandbreite zu konzentrieren.

Somit wird der reale Verkehr insgesamt einem "virtuellen" Netzwerkmodell überlagert, indem Teilverbindungen entsprechend einer oder mehrerer tatsächlicher Teilverbindungen entsprechend Fig. 5 zwischen einem Knotenpaar eine unbegrenzte Menge des virtuellen Verkehrs übertragen können, bei Annahme optimal eingehaltener Verbindungskriterien. Diese Vorgehensweise ist insbesondere zum Ableiten einer Überlast in dem tatsächlichen Netzwerk wirksam, insbesondere zum Kompensieren der dynamischen Veränderung der Routenfindung entsprechend dem dynamischen Verbindungsprotokoll.

Hier ist zu erwähnen, daß gemäß der zweiten Vorgehens-

weise bis zum Bewerten der Netzwerklast direkte Teilverbindungen zwischen Knoten eingerichtet werden können, die im tatsächlichen Netzwerk keinen Widerpart aufweisen. Nichtsdestotrotz würde ein derartiger Fall einen klaren Hinweis auf mögliche Veränderungen und Erweiterungen bestehender Netzwerke sein.

Die letzte Komponente des in Fig. 1 gezeigten Verkehrsdaten-Bewertungsgeräts ist eine Netzwerklasteinheit 18 bzw. Netzwerklast-Bestimmungseinheit 18. Diese Netzwerklasteinheit ist zum Anzeigen des Ergebnisses der Netzwerklastanalyse vorgesehen, sowie zum Eingeben von Netzwerkmodifikationen durch den Netzwerkbetreiber.

Ein detaillierteres, schematisches Diagramm der Netzwerklasteinheit 18 ist in Fig. 3 gezeigt. Insbesondere enthält die Netzwerklasteinheit eine Anzeigeeinheit 20, eine Visualisierungseinheit 22, eine Netzwerkmodifiziereinheit 24 und eine I/O-Einheit 26. Die Visualisierungseinheit 22 ermöglicht die Anzeige unterschiedlicher Ausgangs- und Bestimmungsknoten, insbesondere in der Form einer geografischen Karte, einer Topologiekarte und von Stabdiagrammen. Demnach handhabt die Visualisierungseinheit 22 die Information über die Knotenobjekte, die Verbindungsobjekte und Informationsobjekte.

Ferner ist die Netzwerkmodifiziereinheit 24 eine in sich selbst abgeschlossene Komponente, die die Bewegung von Objekten handhabt, sowie von Marken und Markierungen gemäß den durch den Netzwerkbetreiber über eine I/O-Einheit 26 spezifizierten Objekten.

In der Netzwerklasteinheit 18 werden die grafischen Objekte angezeigt und mit Informationsobjekten verknüpft. Diese Lösung ermöglicht die Veränderung der Implementierung sowohl der grafischen Objekte als auch der Informationsobjekte ohne Störung der restlichen Anwendung. Wie oben beschrieben, ermöglicht die Visualisierungseinheit 22 unterschiedliche Optionen zum Darstellen eines Netzwerks, wobei die erste in der Anzeige von Knoten und Teilverbindungen bei einer wirklichen Karte besteht und die zweite in der Darstellung der Topologie des Netzwerks gemäß der geografischen Anordnung. Jedoch sind mit der ersten Form der Darstellung die Netzwerkelemente nicht gleichmäßig über die Anzeige der Netzwerklasteinheit 18 verteilt, und insbesondere liegen sie in großen Städten näher aneinander, und in ländlichen Bereichen liegen sie nicht so nahe aneinander. Ferner verlaufen Teilverbindungen üblicherweise nicht geradlinig in einer Punkt-Punkt-Form, sondern sie sind in komplizierter Weise gebogen. Weiterhin ist möglicherweise eine große Zahl von Knoten clusterförmig in Gruppen zusammengefaßt.

Diese Nachteile können durch Bereitstellen einer Zoomfunktionalität in die Visualisierungseinheit 22 überwunden werden. Weiterhin besteht eine verbesserte Visualisierung des Netzwerks darin, auf die Topologie abzustellen und die tatsächliche geografische Anordnung zu ignorieren. Weiterhin ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, Knotengruppen clusterförmig zusammenzufassen, die anschließend als eine Einheit dargestellt werden. Hierfür nützt die Visualisierungseinheit 22 das bestehende hierarchische System der dynamischen Verbindungsprotokolle, beispielsweise das PNNI-Protokoll. Es erzeugt hierdurch eine natürliche Clusterung von Knoten in größere Einheiten, die anschließend durch Zoomen herausgestellt werden. Dies ist besonders in einem Fall nützlich, in dem eine geografische Visualisierung dieser Knoten erforderlich ist. Eine andere Option zum Ausnützen hierarchischer Strukturen besteht in der Anwendung der PNNI-Hauptgruppen, die zum Rekonfigurieren der PNNI-Hierarchie erforderlich sind.

Die in Fig. 3 gezeigte Netzwerkmodifiziereinheit 24 ist insbesondere zum Bewerten unterschiedlicher System-

konfigurationen vorgesehen, d. h. für die Berechnung, wie sich die Lastsituation in dem Fall verändern würde, wenn ein zusätzliches Netzwerkelement oder eine zusätzliche Teilverbindung eingefügt wird. Somit ermöglicht die Netzwerkmodifikationseinheit 24 zusammen mit der I/O-Einheit 26 eine Funktionalität zum Hinzufügen neuer Knoten und Teilverbindungen sowohl in das virtuelle Netz als auch das tatsächliche Netz.

Während vorangehend eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Fig. 1 beschrieben wurde, wird im folgenden eine zweite Ausführungsform auf der Grundlage einer Client Server-Architektur im Hinblick auf die Fig. 2 beschrieben.

Wie in Fig. 2 gezeigt, wird gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Funktionalität des Verkehrsdaten-Bewertungsgerätes in zwei Komponenten aufgeteilt, d. h. die Server-Einheit 28 und die Client-Einheit 30. Wie in Fig. 2 gezeigt, enthält die Server-Einheit 28 die Steuer- und Recheneinheit 14, die Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 und die Datenspeichereinheit 16, die bereits oben unter Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben wurden.

Demnach handhabt die Server-Einheit 28 die Hauptrechenanwendungen an einer zentralen Stelle.

Ferner dienen, wie in Fig. 2 gezeigt, zwei Anschlüsse, beispielsweise TCP/IP-Anschlüsse 32 und 34, zum Verbinden der Server-Einheit 28 mit der Client-Einheit 30, in dem die Funktionalität entsprechend der Netzwerklasteinheit 18 in dezentralisierter Weise implementiert ist. Ferner koordiniert eine Haupteinheit 36 die unterschiedlichen Komponenten in der Client-Einheit 30 und ebenfalls die Kommunikation zwischen der Server-Einheit 28 und der Client-Einheit 30. Die Struktur der Netzwerklasteinheit 18 und des Clients 30 entspricht der zuvor unter Bezug auf die Fig. 3 beschriebenen, und deshalb wird eine Erläuterung hiervon an dieser Stelle nicht wiederholt.

Gemäß der in Fig. 2 gezeigten Client-Server-Architektur stellt ein Serversystem Daten für die Client-Einheit bereit. Diese Daten werden beispielsweise über normale TCP/IP-Anschlüsse weitergeleitet, und ein Zugriff auf die Server-Einheit kann mittels normaler Sicherheitslösungen begrenzt werden, wie sie beispielsweise aus dem Internet bekannt sind. Ein Beispiel für die Implementierung des Servers wäre der Einsatz der Erlang/OTP (Open Telecom Platform) Sprache, und die Client-Einheit kann beispielsweise als JAVA-Applet aufgebaut sein.

Wie in Fig. 2 gezeigt, besteht die Hauptaufgabe der Client-Einheit 30 in der Anzeige der gemessenen und analysierten Daten, die von dem Netzwerkbetreiber angefordert werden. Sollte die Client-Einheit in der JAVA-Programmiersprache geschrieben sein, so ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, sämtliche Vorteile der JAVA-Plattform zu realisieren, d. h. ein breites Anwendungsfeld für die Client-Einheit 30 und eine Implementierung desselben mit sehr geringem Aufwand. Ferner enthält, wie in Fig. 2 gezeigt, die Client-Einheit 30 auch eine Diagrammeinheit 38, die aus einem Diagramm- und Fortschaltmenü aufgebaut ist. Dieses Menü steuert das Zeitintervall für die Diagramme, die anschließend entsprechend festgelegten Werten gezeichnet werden.

Ferner kann, wie in Fig. 2 gezeigt, die Client-Einheit 30 eine Warneinheit 40 aufweisen. Üblicherweise sieht der Netzwerkbetreiber eine Analyse sowie gemessene Werte entsprechend einem Momentanbild einer fortlaufenden Folge von Ereignissen. Ferner liegen üblicherweise die meisten dieser Werte innerhalb von Grenzen, die als normal anzusehen sind. Deshalb besteht ein Erfordernis für eine Warneinheit 40, die während des normalen Betriebs so betä-

tigt wird, daß der Netzwerkbetreiber seine Aufmerksamkeit anderen Belangen zuwenden kann, da die Warneinheit 40 dann aktiviert wird, wenn sie unübliche Lasttendenzen detektiert. In anderen Worten ausgedrückt, überwacht die Warneinheit 40 fortlaufend die Meßvorgänge zum Bestimmen von Teilverbindungen mit einer fortlaufend hoher Last. Eine Aufgabe gemäß der vorliegenden Erfindung besteht in der Spezifizierung eines Schwellwerts derart, daß keine Warnung durch die Warneinheit 40 erfolgt, bevor ein spezifiziertes Niveau im Hinblick auf die Wiederholungen innerhalb einer festgelegten Zeitperiode erreicht wird.

Wie in Fig. 2 gezeigt und bereits oben erwähnt, stellt die Server-Einheit 28 den Teil des Verkehrsdaten-Bewertungsgeräts gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung dar, der Daten für den Client 30 bereitstellt. Hierfür speichert die Server-Einheit 28 durch die Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 gesammelte Daten von Netzwerkelementen und Datensätze mit Anruferdetailinformation CDR in der Datenspeichereinheit 16. Diese Information, die von den Netzwerkelementen angefordert wird, besteht in der allokierten Bandbreite pro logischer Teilverbindung, derart, daß eine logische Teilverbindung in mehrere physikalische Teilverbindung zwischen denselben zwei Knoten zerfällt. Während momentan Information lediglich für die physikalischen Teilverbindungen verfügbar ist, ändert sich dies dann, wenn ein Zähler in dem Netzwerkelement vorgesehen ist, der mit den logischen Teilverbindungen arbeitet oder durch Weiterleiten sämtlicher Werte an die Server-Einheit 28 und Addition hierin. Die Lesefrequenz der Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 sollte so festgelegt sein, daß die Arbeitslast in den getrennten Netzwerkelementen sehr gering und vernachlässigbar ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung basiert die Server-Einheit 28 auf der Erlang-Plattform. Dies ist nicht notwendigerweise die einzige Plattform für schnelle Datenbasis- und Berechnungsbetriebsschritte, jedoch ermöglicht sie eine sehr schnelle Entwicklungszeit.

Wie oben im Hinblick auf die erste Ausführungsform beschrieben, sammelt die Verkehrsdaten-Sammeleinheit 12 gemäß der ersten und zweiten Ausführungsform Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehr in dem Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll. Eine andere und in Fig. 4 gezeigte Option, die sich insbesondere für die Bewertung einer großen Zahl von Netzwerkprototypen eignet, besteht im Einsatz eines Netzwerksimulators.

Wie in Fig. 4 gezeigt, arbeitet der Netzwerksimulator mit zwei Einheiten, der Generatoreinheit 42 und der Abschlußeinheit 44. Die Generatoreinheit 42 wählt zufällig einen Ausgangs- und Bestimmungsknoten aus, und sie berechnet anschließend die besten Routen durch das simulierte Netzwerk. Anschließend versucht die Generatoreinheit eine Verbindung entlang einer der besten Routen einzurichten, oder in anderen Worten ausgedrückt, versucht sie, Bandbreite für diese Verbindung zu allokiieren. Im erfolgreichen Fall wird die Verbindung in der Datenbasis für aktuelle Verbindungen 46 registriert.

In dem Netzwerksimulator erfolgt der Verbindungsaufbau dynamisch und auf Basis der allokierten Bandbreite entlang der Teilverbindungen in dem simulierten Netzwerk. Jeder Teilverbindung und Route wird ein Nennwert für die Wechselwirkung zugeordnet, proportional zu der Last und der Länge, die anhand der Knotenzahl dieser Route spezifiziert ist. Hier ist von besonderer Bedeutung, daß der Netzwerksimulator eine Art eines dynamischen Verbindungsprotokolls einsetzt.

Ferner überwacht die in Fig. 4 gezeigte Abschlußeinheit 44 die Datenbasis für aktuelle Anrufe 46 zum Speichern aktiver Anrufe. Jeder Anruf weist eine zufällig festgelegte

Länge auf, und ist deren Zeitdauer abgelaufen, so wird der Anruf von der Datenbasis für aktuelle Anrufe 46 entfernt, und ein Datensatz für Anrufrdetailinformation CDR wird in der CDR-Datenbasis 48 des Netzwerksimulators gespeichert. Hierbei speichert die CDR-Datenbasis 46 nicht die gesamte Information, wie dies eine tatsächliche CDR-Datenbasis tun würde, sondern lediglich die Information, die zum Zweck der Netzwerklastbewertung wichtig ist.

Demnach wird gemäß der Erfindung ein Netzwerksimulator geschaffen, der Anrufe, Routenverläufe und die Aufbau-prozeduren simuliert, anstelle der Bit- oder Zelltransport-Prozeduren. Ferner arbeitet der Netzwerksimulator auf seinem eigenen, vordefinierten Netzwerk, das von einer Konfigurationseinheit 50 eingelesen wird, ohne Restriktion im Hinblick auf die Zahl der Knoten, die Zahl der Teilverbindungen oder die jeder der Teilverbindungen zugeordnete Lastkapazität.

Während bisher ein typisches Ergebnis der Netzwerklastbewertung entsprechend der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Fig. 5 erläutert wurde, ist eine andere Option für die Netzwerklast-Bewertungsvorgehensweise gemäß der Erfindung in Fig. 6 gezeigt.

Insbesondere wird gemäß der modifizierten Vorgehensweise für die Verkehrsdatenbewertung in einem Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll zusätzlich jeder Versuch berücksichtigt, der nicht zu der Einrichtung einer Verbindung geführt hat. Üblicherweise bestehen mehrere Gründe dafür, daß eine Verbindung nicht hergestellt wird. Ein Beispiel wäre, daß die Zahl der Versuche so groß ist, daß das Netzwerk nicht alle handhaben kann oder daß lediglich unzureichende Bandbreiten zum Einrichten weiterer Verbindungen existieren.

Obgleich es keine eindeutige Vorgehensweise gibt, um darzulegen, wie lange die nicht aufgebaute Verbindung Bestand gehabt hätte, ist davon auszugehen, daß einige der eingerichteten Verbindungen eine Historie mit Mehrfachversuchen aufweisen. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, eine statistische Analyse mehrerer Variabler, wie Länge, Bandbreite und Zahl der zum Einrichten eines Anrufs erforderlichen Versuche durchzuführen. Durch Einsatz dieser Vorgehensweise kann abgeschätzt werden, wie Versuche zum Aufbau einer Verbindung das Lastbild beeinflussen würden, wenn sie akzeptiert worden wären. Somit erhält man gemäß dieser modifizierten Vorgehensweise der Erfindung ein klareres Bild der erforderlichen Bandbreite, wie in Fig. 6 anhand der Stabdiagramme zum Anzeigen nicht angenommener Verbindungsanforderungen gezeigt.

Insgesamt bedeutet die Tatsache, daß eine Teilverbindung überlastet ist, nicht notwendigerweise, daß ein Bedarf für mehr Bandbreite bei dieser besonderen Teilverbindung besteht, obgleich die Verkehrsdatenbewertung gemäß der vorliegenden Erfindung hauptsächlich auf eine Reduzierung der Last bei bereits bestehenden Teilverbindungen abzielt, bei denen ein Hinweis auf eine mögliche Überlast vorliegt. Hier wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Weg geschaffen, durch die Erweiterung eines bestehenden Netzwerks in vernünftiger Weise durchgeführt werden kann.

Während vorangehend der Betrieb der Steuer- und Recheneinheit 14 hauptsächlich im Hinblick auf Datensätze mit Anrufrdetailinformation CDR beschrieben wurde, besteht eine weitere, dritte Option darin festzulegen, ob Anrufe gemäß der besten Route über eine bestimmte Teilverbindung zwischen zwei Knoten verläuft. Anschließend wird die Frequenz der Ausgangs-Bestimmungs-Knotenpaare bestimmt, und zwar entweder entsprechend der Zahl der Anrufe oder der Bandbreitenanforderungen. Falls eines oder mehrere Knotenpaare mit hoher Frequenz auftreten, könnte man das Einfügen einer direkten Teilverbindung zwischen

diesen Knoten betrachten, damit sich die Qualität nicht verschlechtert. Wird andererseits kein bestimmter Pfadknoten auf diese Weise ausgewählt, so könnte man eine erhöhende Kapazität der überlasteten Teilverbindungen betrachten.

Insgesamt ermöglicht die Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung verbesserte Rückschlüsse im Hinblick auf erforderliche Erweiterungen und Veränderungen in einem Netzwerk mit dynamischen Verbindungsprotokollen. Insbesondere ermöglicht die Erfindung eine verbesserte Handhabung variierender Anforderungen bei neu eingerichteten Diensten, bei Hinzufügen neuer Teilnehmer oder bei Ausscheiden bisheriger Teilnehmer, sowie bei einem Mischen neuer Übertragungstechnologie mit einer bestehenden Infrastruktur. Hier besteht der Punkt in der Vermeidung eines unterdimensionierten Netzwerks, mit dem sich nicht alle Teilnehmer bedienen lassen, die dann möglicherweise andere Netzwerkbetreiber auswählen. Weiterhin wird ein Netzwerkbetreiber ebenfalls versuchen, den Aufbau eines überdimensionierten Netzwerks und die hiermit verbundenen erheblichen Investitionskosten zu vermeiden, was anderenfalls möglicherweise zu höheren Teilnehmerrechnungen und wiederum zu einem Verlust von Kunden führen würde. Durch die Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung läßt sich die Wirksamkeit eines Netzwerks mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll dadurch verbessern, daß die Last bei Knoten und Teilverbindungen regelmäßig gemessen wird. Demnach ergibt sich ein Bild über Hochlastzeiten und den Mix der angeforderten Dienste, usw. Durch Speichern und Analyse dieser Daten ist es möglich, Bandbreitenanforderungen in der nahen Zukunft vorherzusagen, die die Routenwahlen im Netzwerk beeinflussen.

Eine Anzahl unterschiedlicher Zeichen dient zum Anzeigen einer Violdimensionierung des Netzwerks mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll. Die Überprüfung auf eine Überkapazität in dem Netzwerk ist sehr einfach. Insbesondere in dem Fall, indem eine Überkapazität vorliegt, sind die Zahlen für die angeforderte Bandbreite allgemein niedrig, bis auf bestimmte Stunden des Tages, in denen die Kommunikationsanforderungen zeitweise höher sind. Dieses als Hochlastzeiten bezeichnete Phänomen ist bereits aus der Telefonie bekannt. Andererseits zeigt sich eine Unterkapazität in entgegengesetzter Weise, insbesondere in fortlaufend hohen Lastwerten in dem gesamten Netzwerk, d. h. das Netz ist hier außerordentlich überlastet. In diesem Fall wird die Lastsituation in derselben Weise erfaßt, wie oben unter Bezug auf die unterschiedlichen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein anderes auftretendes Symptom ist die zunehmende Zahl abgelehnter Verbindungsanforderungen. Jedoch wird gemäß der vorliegenden Erfindung dies erfaßt, da die Datensätze für Anrufrdetailinformation selbst dann gespeichert werden, wenn die Anforderung zum Aufbauen einer Verbindung fehlschlägt.

Jedoch ist der Fall, in dem das gesamte Netzwerk überlastet ist, sehr selten. Wahrscheinlicher ist der Fall, daß einige separate Teilverbindungen überlastet sind. Während das Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll in diesem Fall eine Kompensation durch Routenfindung für neuen Verkehr über andere Teile des Netzwerks erzielt, kann dies möglicherweise dazu führen, daß andere Teilverbindungen überlastet sind, und zwar aufgrund des Verkehrs, der nicht primär über sie laufen sollte. Dies ist ein typischer Fall, in dem das Einfügen von spezifischen Teilverbindungen zu einem insgesamt erhöhten Wirkungsgrad des Netzwerks mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll führt.

Die Fig. 7 zeigt Beispiele für die Erweiterungen eines bestehenden Netzwerks durch das Einfügen von weiteren Teilverbindungen. Beispiele sind der Übergang von einem Teil-

netz zu einem vollständigen Gitter, Fig. 7a, von einem einzigen Bus zu einem mehrfachen Bus, Fig. 7b, von einem Teilring zu einem Vollring, Fig. 7c, von einer Sterntopologie zu einer Sternringtopologie, Fig. 7d, und von einer Bandstruktur zu einem Planargraphen, Fig. 7e.

Ferner kann, wie in Fig. 8 gezeigt, die Verkehrsdaten-Bewertungsvorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen eines hierarchischen Netzwerks eingesetzt werden. Ein derartiges Niveau könnte das Niveau der Ortsvermittlungen sein, sowie das Niveau der regionalen Vermittlungsämter und das Niveau der nationalen Vermittlungsämter. Ferner läßt sich die vorliegende Erfindung ebenfalls für Verbindungen im Zusammenhang mit der internationalen Vermittlung von Daten einsetzen, beispielsweise via Satellit oder Tiefseekabel.

#### Patentansprüche

1. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät für ein Netzwerk mit dynamischem Verbindungsprotokoll, enthaltend:

- a) eine Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) zum Sammeln von Daten im Hinblick auf einen tatsächlichen Verkehrsfluß in dem Netzwerk,
- b) eine Netzwerkmodellierungsvorrichtung (14, 16) zum Modellieren des Netzwerks durch ein virtuelles Netzwerk mit virtuellen Teilverbindungen ohne Kapazitätsbeschränkungen, und
- c) eine Netzwerklast-Bewertungsvorrichtung zum

- c1) Abbilden des tatsächlichen Verkehrsflusses auf das virtuelle Netzwerk unter Annahme eines optimalen Verbindungsaufbaus, und
- c2) Vergleichen der für jede virtuelle Teilverbindung eingesetzten Kapazität mit der dieser zugeordneten Kapazität.

2. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Netzwerklast-Bewertungsvorrichtung (18) den tatsächlichen Netzwerkfluß auf das virtuelle Netzwerk über eine Nachbearbeitung von Daten abbildet, die durch die Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) gesammelt sind.

3. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) die Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehrsfluß durch Messung erfaßt.

4. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) die Daten im Hinblick auf den tatsächlichen Verkehrsfluß von einer Simulationseinrichtung (42-50) erfaßt.

5. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Simulationseinrichtung (42-50) enthält:

- a) eine Verkehrsgeneratorvorrichtung (42) zum wahlweisen Auswählen eines Quellknotens und eines Bestimmungsknotens für einen Anruf in dem Netzwerk,
- b) eine Routenberechnungsvorrichtung (42) zum Bestimmen zumindest einer besten Route durch das Netzwerk,
- c) eine Anrufrufenbasisvorrichtung (46) zum Speichern der ausgewählten besten Route gemäß dem Quellknoten und dem Bestimmungsknoten,
- d) eine Anrufabschlußvorrichtung (44) zum Entfernen eingerichteter Anrufe von der Anrufrufenbasisvorrichtung (46) und zum Speichern von Details im Hinblick auf den entfernten Anruf der An-

rufenbasisvorrichtung (46).

6. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenberechnungsvorrichtung (42) die zumindest eine beste Route unter Einsatz vorgegebener Algorithmen berechnet.

7. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkehrsdaten-Sammelvorrichtung (12) fortlaufend betrieben ist.

8. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Netzwerklast-Bewertungsvorrichtung (18) ferner enthält:

- a) eine Visualisierungsvorrichtung (22) zum Darstellen der Netzwerklast bei einer Anzeigevorrichtung (20),
- b) eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung (26) zum Spezifizieren von Einfügungen/Herausnahmen für Knoten/Teilverbindungen in dem virtuellen Netzwerk.

9. Verkehrsdaten-Bewertungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es mit der Client-Server-Struktur implementiert ist.

10. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren für ein Netzwerk mit einem dynamischen Verbindungsprotokoll, enthaltend die Schritte:

- a) Modellierung des Netzwerks mit einem virtuellen Netzwerk ohne Kapazitätsbeschränkungen bei dessen virtuellen Teilverbindungen,
- b) Überlagerung des tatsächlichen Verkehrs auf das virtuelle Netzwerk unter Annahme eines optimalen Verbindungsaufbaus,
- c) Vergleich der verwendeten Kapazität mit der zugeordneten Kapazität bei jeder virtuellen Teilverbindung.

11. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt b) in folgende Schritte unterteilt ist:

- b1) Sammeln von Daten im Zusammenhang mit dem tatsächlichen Verkehr in dem Netzwerk, und
- b2) Nachverarbeitung der im Schritt b1 gesammelten Daten zum Erzielen eines Lastbildes bei dem virtuellen Netzwerk.

12. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Sammeln der Daten im Schritt b1) durch Messen durchgeführt wird, und zwar der Teilverbindungszeit, der allokierten Bandbreite, des Ausgangsknotens und des Abschlußknotens für jede Verbindung, die mit dynamischen Verbindungsprotokoll eingerichtet wird.

13. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Sammeln von Daten nach Schritt b1) durch Simulation durchgeführt wird, und zwar der Verbindungszeit, der allokierten Bandbreite, des Ausführungsknotens und des Abschlußknotens für jede Verbindung, die über das dynamische Verbindungsprotokoll eingerichtet wird.

14. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Simulationsschritt in die folgenden Schritte unterteilt ist:

- a) zufälliges Auswählen eines Ausgangsknotens und eines Bestimmungsknotens für einen Anruf in dem Netzwerk,
- b) Berechnen zumindest einer besten Route durch das Netzwerk,
- c) Einrichten des Anrufs entlang der zumindest einen besten Route,
- d) Einfügen des Anrufs in der Datenbasis für ak-

tuelle Anrufe,

e) Überprüfung der Datenbasis für aktuelle An-

rufe zum Entfernen eingerichteter Anrufe, und

f) Speichern von Details im Hinblick auf die ge-  
löschten Anrufe in einer Anruf-Datensatz-Daten-  
basis. 5

15. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach An-  
spruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt b)  
zum Berechnen der zumindest einen besten Route  
durch das Netzwerk auf vorgegebenen Algorithmen 10  
basiert.

16. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem  
der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Schritt b1) zum Sammeln von Daten über den tat-  
sächlichen Verkehr auch die Betrachtung des Einflus- 15  
ses nicht hergestellter Verbindungen auf die Lastsitua-  
tion des Netzwerkes mit umfaßt, jeweils durch statisti-  
sche Analyse einzelner Variablen wie Verbindungs-  
länge, Verbindungsbandbreite und Zahl der Versuche.

17. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 20  
der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Schritt b1) zum Sammeln von Daten über den tat-  
sächlichen Verkehr fortlaufend zum Überwachen von  
Schwankungen der Netzwerklast durchgeführt wird.

18. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 25  
der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Schritt b1) zum Sammeln von Daten über den tat-  
sächlichen Verkehr selektiv im Hinblick auf einzelne  
Klassen/Typen des Verkehrs durchgeführt wird.

19. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 30  
der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß  
die durch den Vergleich genützter Kapazität und zuge-  
ordneter Kapazität für jede Teilverbindung abgeleitete  
Lastinformation eingesetzt wird, um Rückschlüsse je-  
weils im Hinblick auf erforderliche Erweiterungen und 35  
Veränderungen des Netzwerkes zu ziehen.

20. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach An-  
spruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt  
zum Ableiten von Rückschlüssen im Hinblick auf er-  
forderliche Erweiterungen und Veränderungen des 40  
Netzwerkes eine statistische Analyse von Ausgangs-  
/Bestimmungs-Knotenpaaren mit umfaßt, zum Festle-  
gen der Einfügung weiterer Knoten und Teilverbindun-  
gen in dem Netzwerk.

21. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 45  
der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß  
es ferner einen Schritt zum Visualisieren der Netzwerk-  
last für einen Netzbetreiber im Hinblick jeweils  
auf jede Teilverbindung und jede Richtung mit umfaßt.

22. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach An- 50  
spruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem  
Schritt zum Visualisieren der Netzwerklast jeweils eine  
geografische Karte, eine Topologiekarte und Stabdia-  
gramme eingesetzt werden.

23. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 55  
der Ansprüche 10 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß  
auch ein Warnschritt so durchgeführt wird, daß er nach  
einer langen Überlastzeit in dem Netzwerk aktiviert  
wird.

24. Verkehrsdaten-Bewertungsverfahren nach einem 60  
der Ansprüche 10 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß  
ferner ein Schritt zum Einfügen und Herausnehmen  
von Knoten und Teilverbindungen in dem virtuellen  
Netzwerk durchgeführt wird.

65

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



Fig. 1

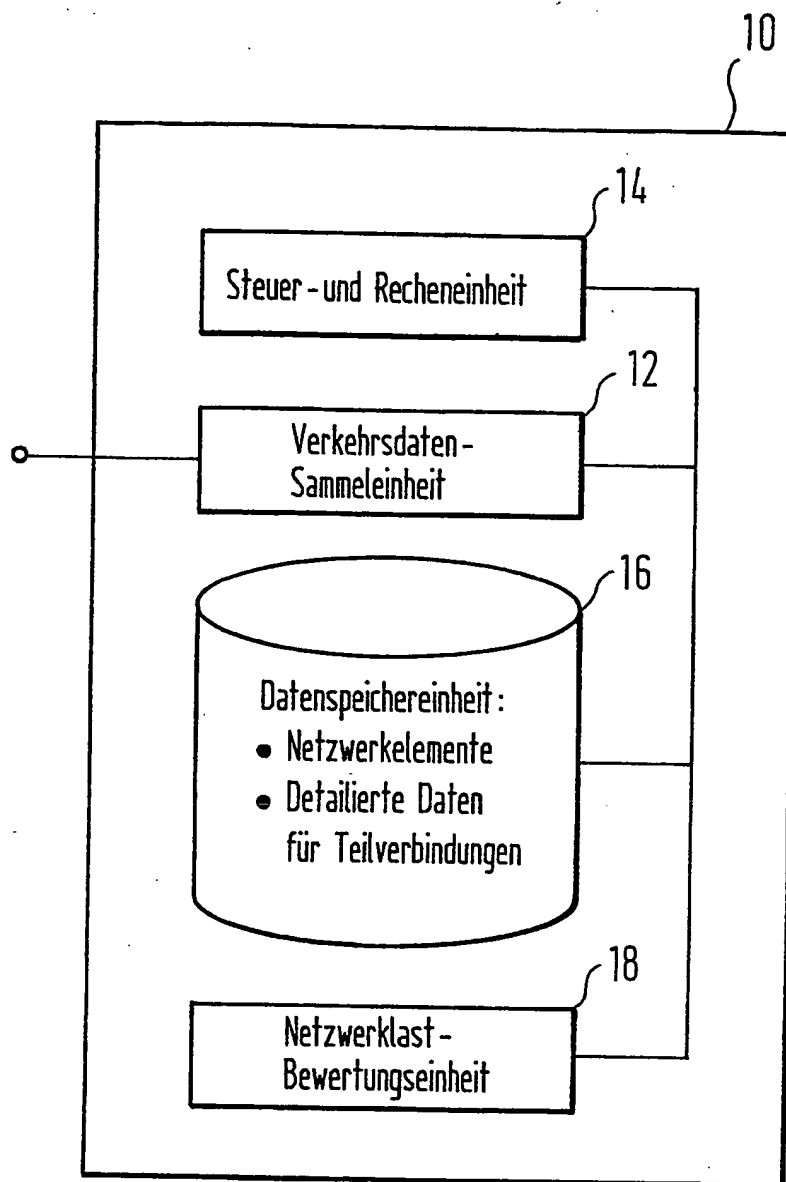


Fig. 2

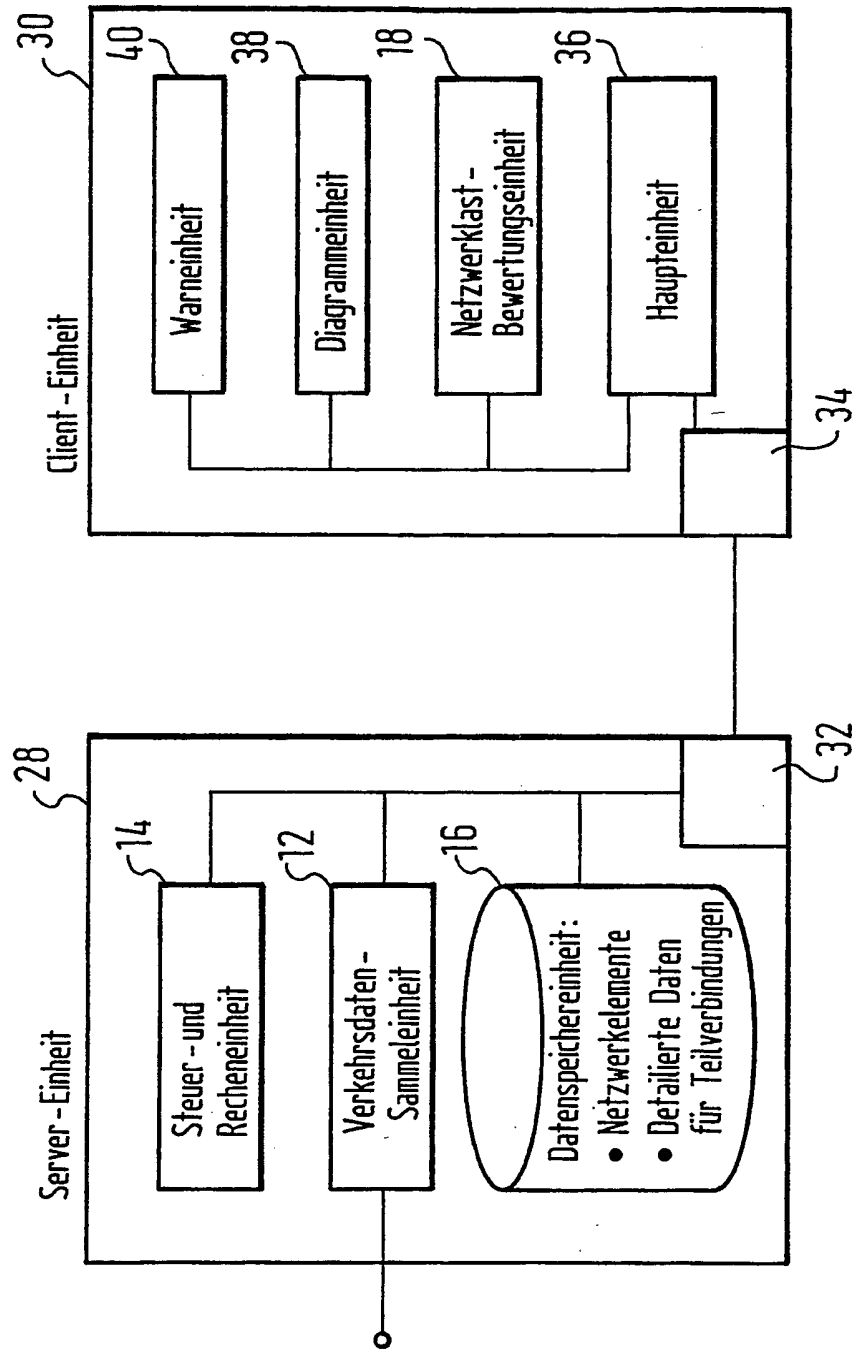


Fig. 3

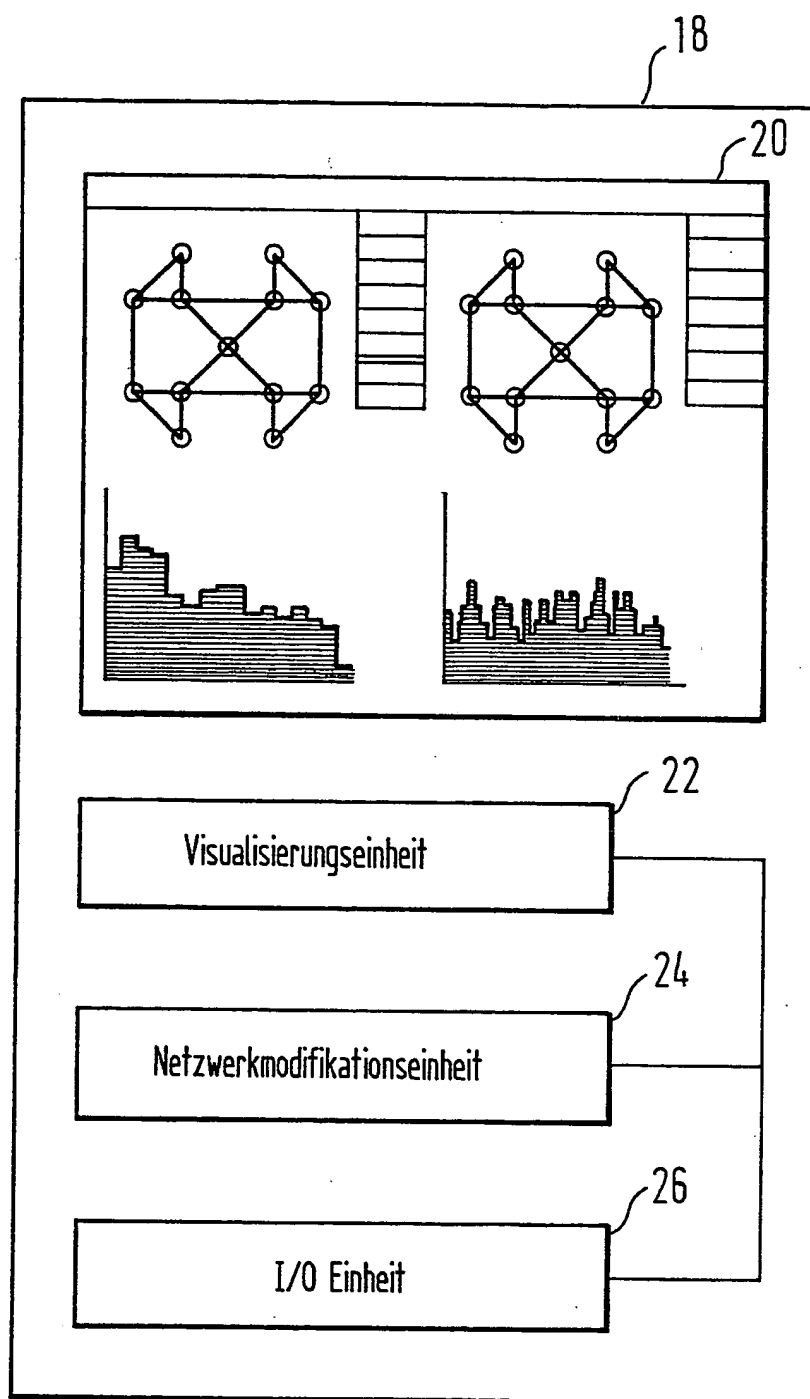


Fig. 4

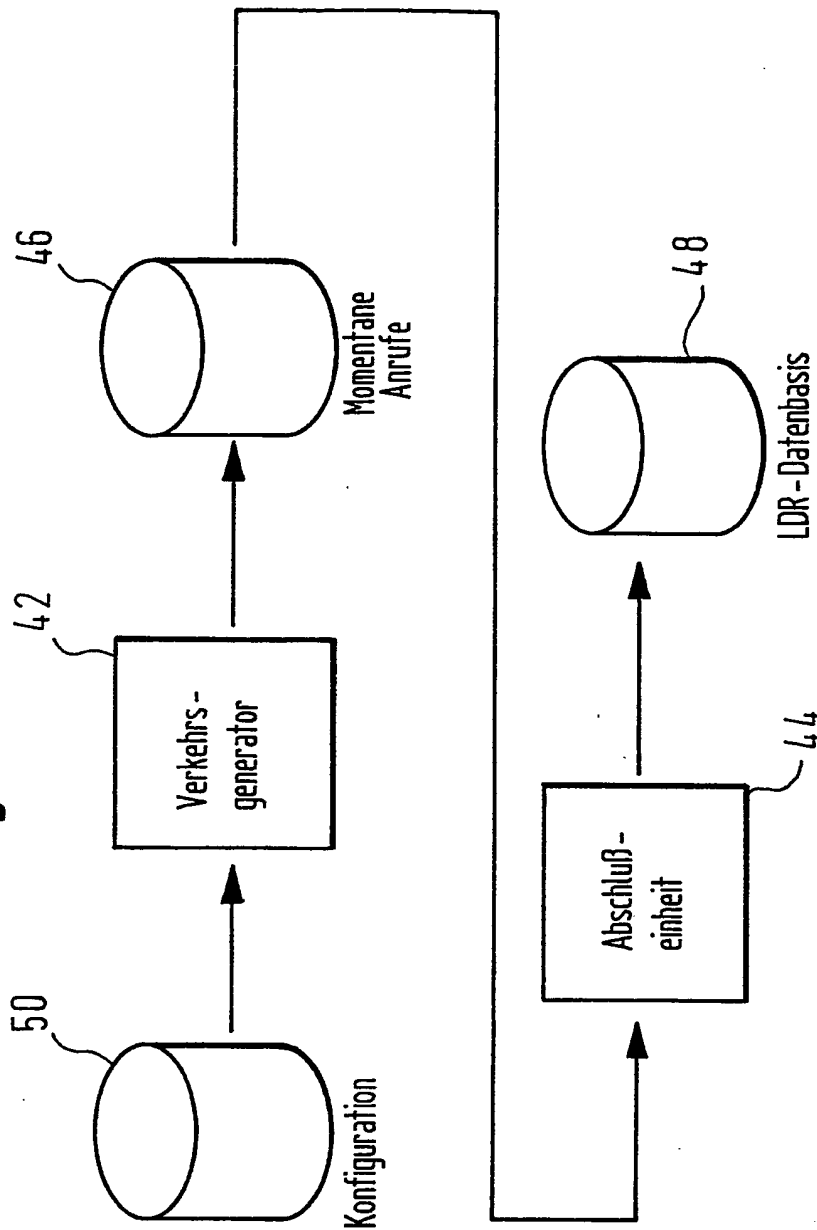


Fig. 5

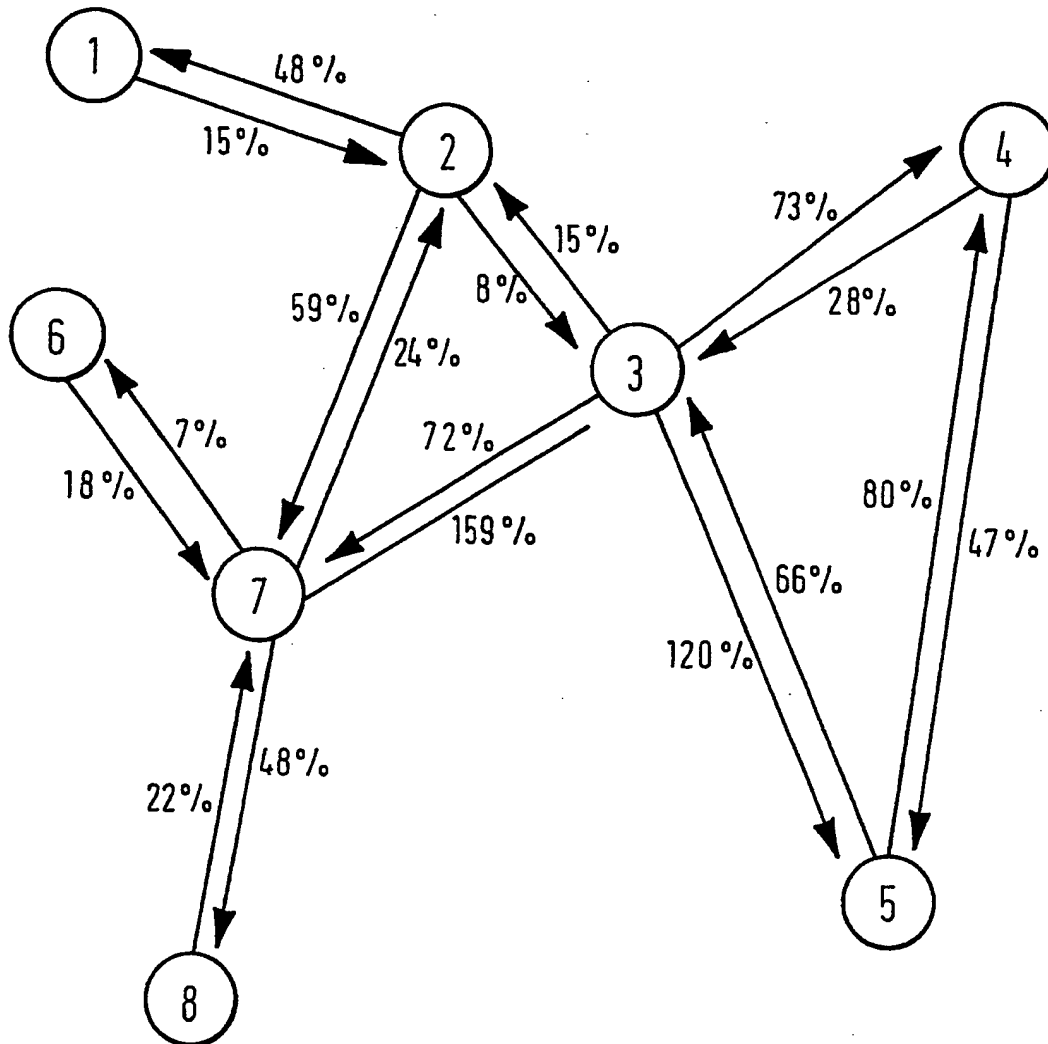


Fig. 6

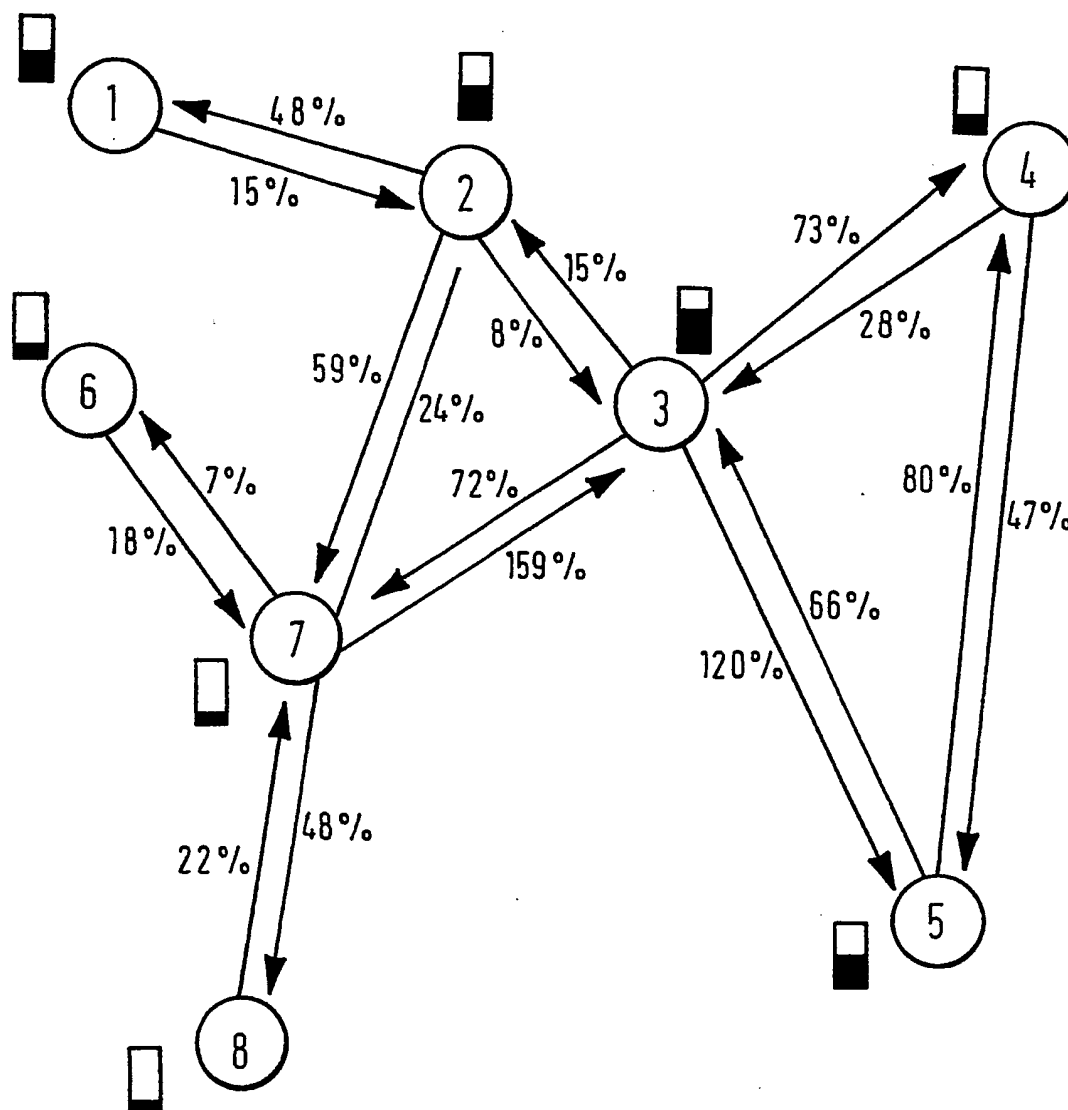


Fig. 7 a

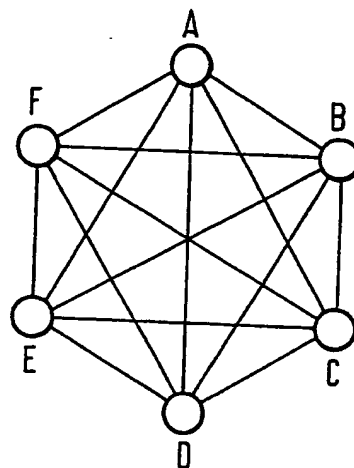
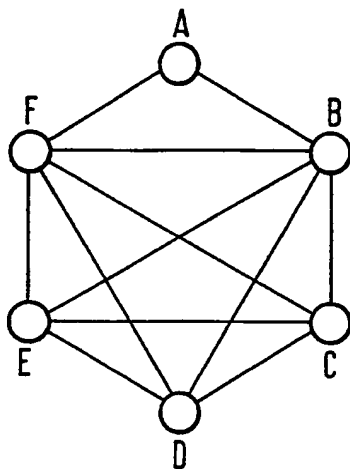


Fig. 7 b

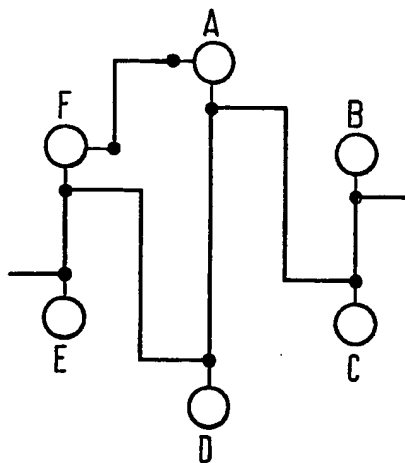
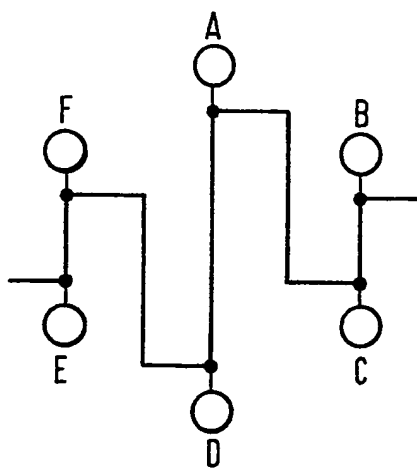


Fig. 7 c

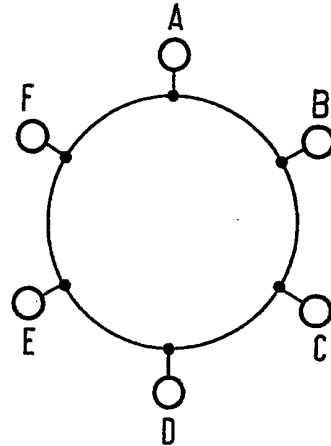
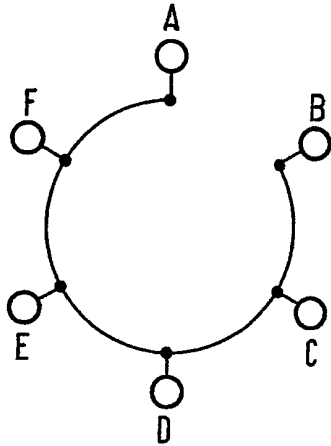


Fig. 7 d

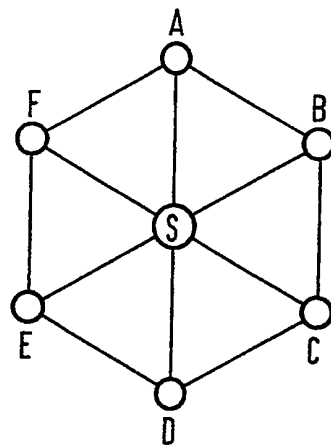
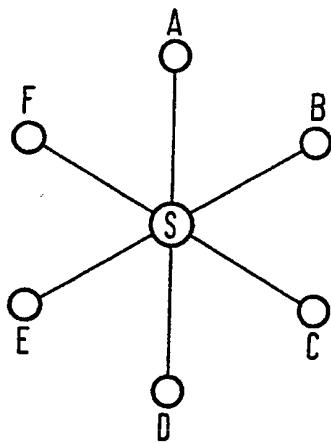




Fig. 7 e

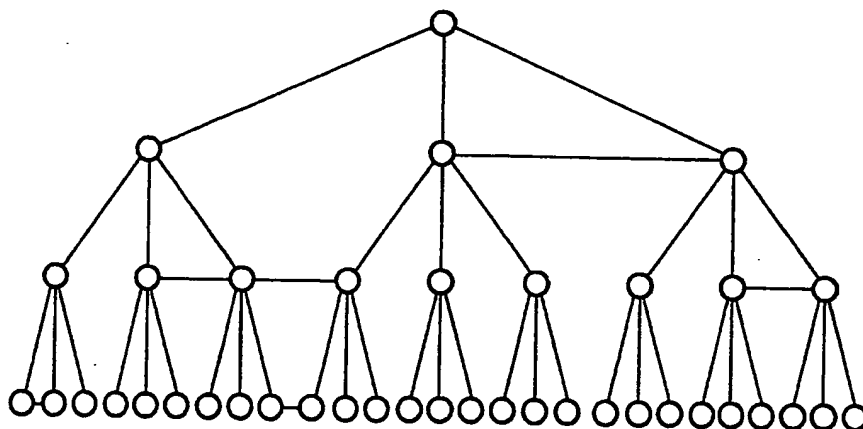
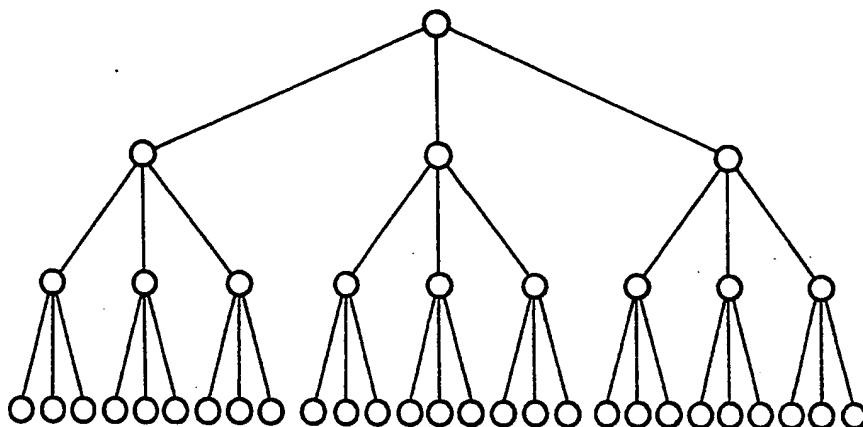


Fig. 8

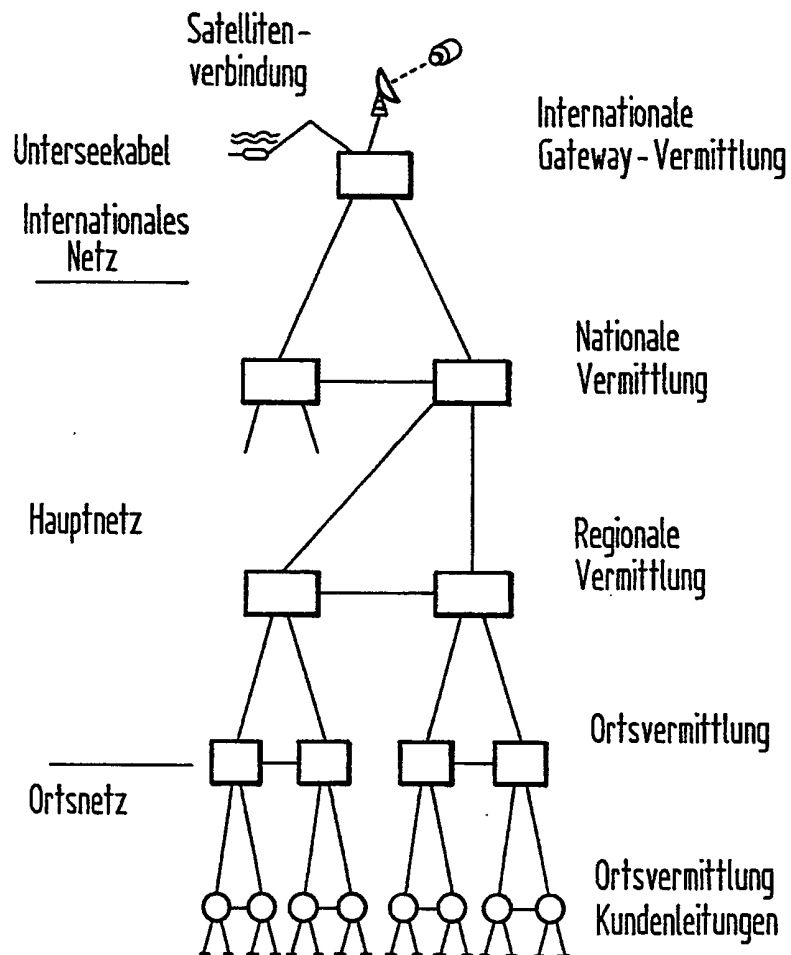


Fig. 9

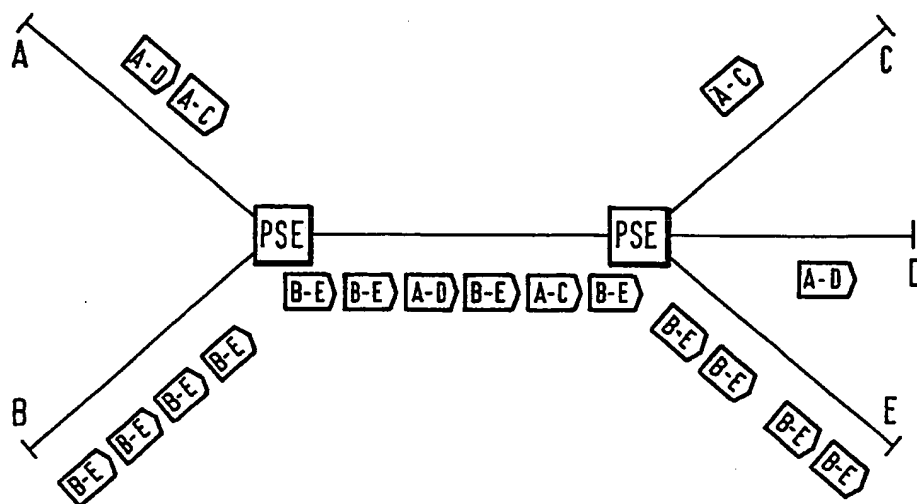
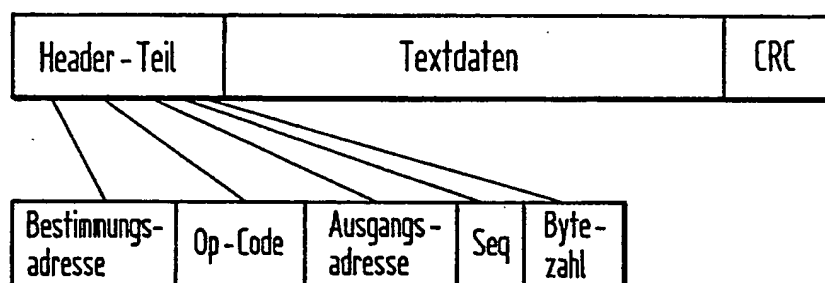


Fig. 10



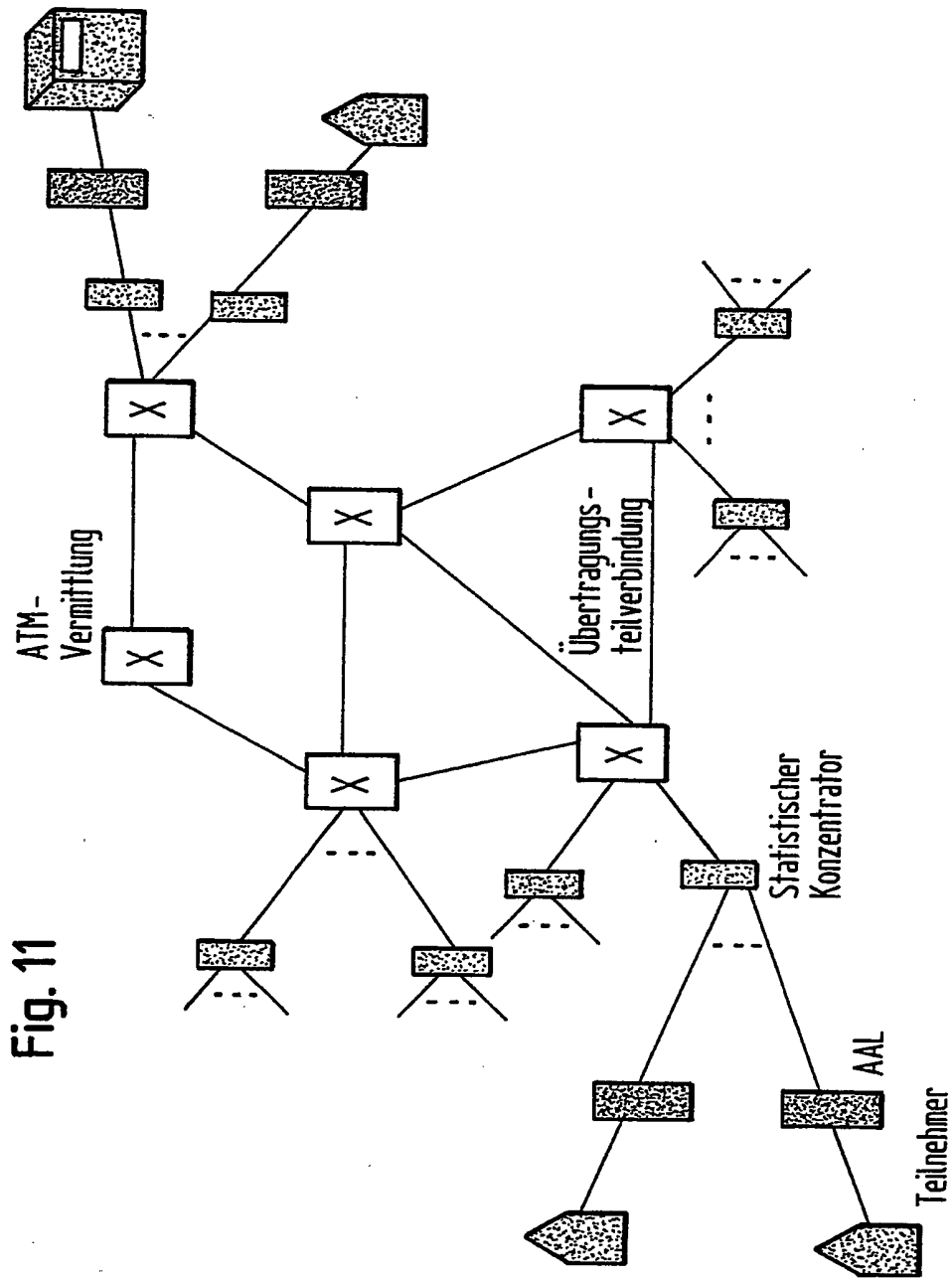


Fig. 11

Fig. 12

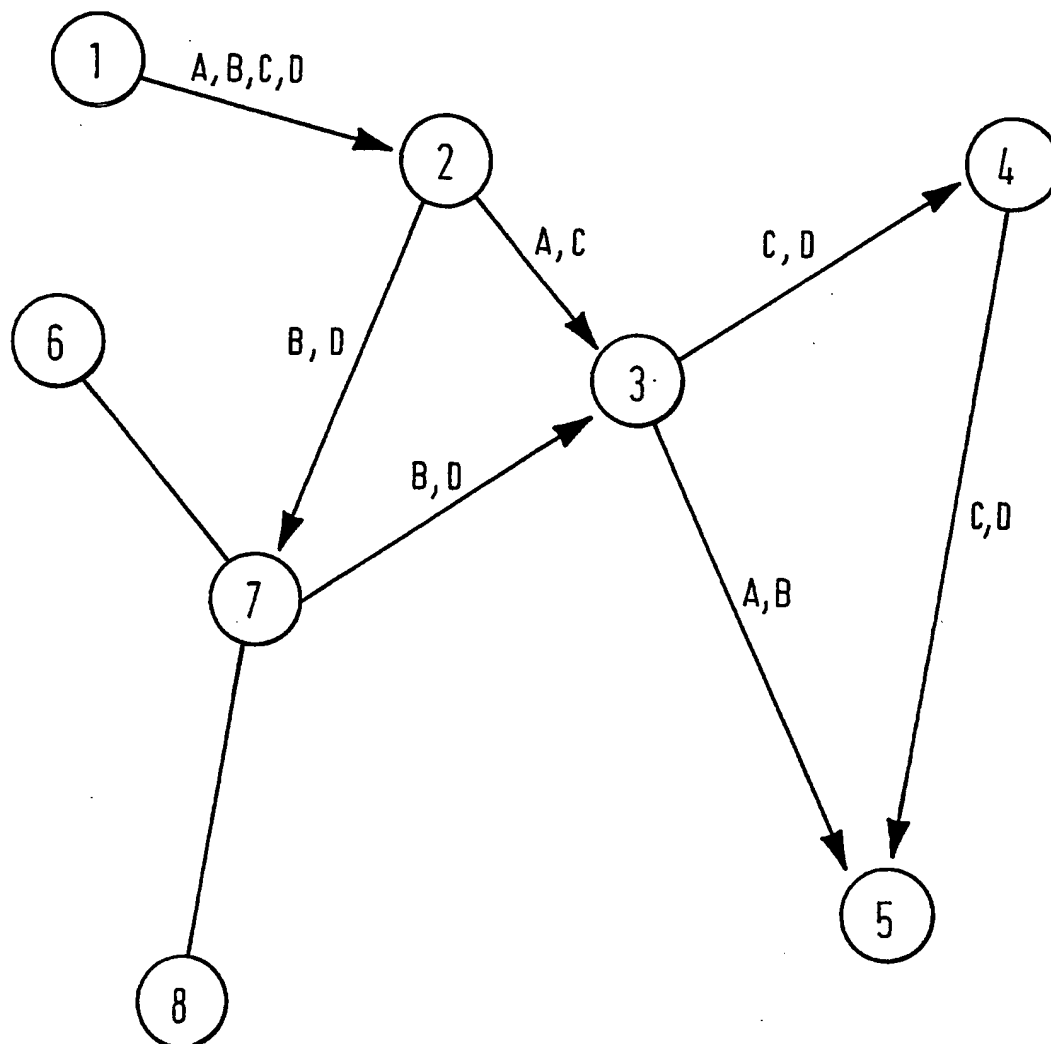


Fig. 13

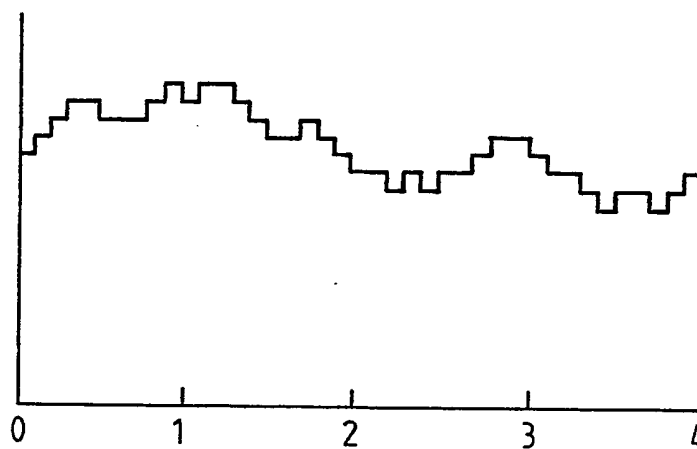


Fig. 14

